

УДК 004.942

В. В. ПАСІЧНИК, Т. В. ШЕСТАКЕВИЧ

Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів

**МОДЕЛЮВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО СУПРОВОДУ ІНКЛЮЗИВНОГО НАВЧАННЯ ОСІБ З ОСОБЛИВИМИ ПОТРЕБАМИ**

**Анотація.** У статті досліджено специфіку освітніх процесів інклюзивного навчання осіб з особливими потребами. Обґрунтовано подання етапів інклюзивного навчання з використанням апарату формальних граматики. Процес інклюзивного навчання складається з кількох функціональних етапів та вимагає врахування значної кількості складових, що обумовлює доцільність поетапного задання елементів формальної граматики. Врахування контексту в формальних граматиках дає змогу структуровано подавати особливості реалізації наступних етапів набуття освіти у залежності від результатів, отриманих на попередньому етапі. Можливість врахування контексту допускає адекватне відображення та реалізацію специфічних залежностей, що виникають в ході інклюзивного навчання. Методологічні основи формування комплексу інформаційних технологій супроводу інклюзивних освітніх процесів спираються на розроблену формальну модель інклюзивного навчання.

**Ключові слова:** інклюзивна освіта, інформаційно-технологічний супровід, набуття освіти, особа з особливими потребами, контекстно-залежна граMATика.

**Аннотация.** В статье исследована специфика образовательных процессов инклюзивного обучения лиц с особыми потребностями. Обосновано представление этапов инклюзивного обучения с использованием аппарата формальных грамматик. Процесс инклюзивного обучения состоит из нескольких функциональных этапов и требует учета значительного количества составляющих, что обуславливает целесообразность поэтапного построения элементов формальной грамматики. Учет контекста в формальных грамматиках позволяет структурированно подавать особенности реализации последующих этапов получения образования в зависимости от результатов, полученных на предыдущем этапе. Возможность учета контекста допускает адекватное отражение и реализацию специфических зависимостей, возникающих в ходе инклюзивного обучения. Методологические основы формирования комплекса информационных технологий сопровождения инклюзивных образовательных процессов опираются на разработанную формальную модель инклюзивного обучения.

**Ключевые слова:** инклюзивное образование, информационно-технологическое сопровождение, получение образования, лицами с особыми потребностями, контекстно-зависимая грамматика.

**Abstract.** The article studies the specificity of inclusive education for persons with special needs. The steps of inclusive education using formal grammars is represented. The process of inclusive education consists of several functional stages and requires a significant amount of components, which determines the appropriateness of the phased construction of formal grammar elements. The context in formal grammars allows submitting specifics of subsequent stages implementation depending on the results, obtained in the previous step. Possibility of taking into account context allows for adequate reflection and implementation of specific dependencies that arise during inclusive education. Methodological bases of formation of information technology support complex of inclusive education based on the developed formal model of inclusive education.

**Key words:** inclusive education, IT support, education for persons with special needs, context-sensitive grammar.

**Вступ**

Розвиток та вдосконалення галузі освіти в сучасному інформаційному суспільстві неможливе без удосконалення системи навчання, виховання, професійного становлення та соціальної адаптації осіб з особливими потребами. Одним із найбільш ефективних способів соціальної адаптації особи з особливими потребами є набуття освіти за інклюзивною формою навчання. Базовими принципами інклюзивного навчання є [1]: спільне навчання дітей у всіх випадках, коли це є можливим; визнання і врахування навчальними закладами різноманітності потреб учнів шляхом узгодження видів і темпів навчання; забезпечення якісної освіти для всіх завдяки якісному навчально-методичному забезпеченню, застосуванню інноваційних підходів, використанню ресурсів і партнерських зв'язків з громадами; можливість дітей з особливими освітніми потребами отримати додаткову допомогу, яка може знадобитися для успішної реалізації процесу навчання.

**Аналіз досліджень та їх результатів за матеріалами наукових публікацій. Постановка проблеми**

Інтегрування дітей з особливостями розвитку до масових освітніх закладів – це світова тенденція, притаманна всім високорозвиненим країнам. Законодавча база України щодо інклюзивної освіти динамічно вдосконалюється, МОН України розроблено «Типові навчальні плани спеціальних загальноосвітніх навчальних закладів для дітей з особливими освітніми потребами» [2], що вводяться у дію з вересня 2014 року. «Закон про вищу освіту», прийнятий Верховною Радою України 1 липня 2014 року, серед іншого, декларує існування «спеціального навчально-реабілітаційного підрозділу, який утворюється з метою організації інклюзивного освітнього процесу та спеціального навчально-реабілітаційного супроводу здобувачів вищої освіти з особливими освітніми потребами, забезпечення їм доступу до якісної вищої освіти з урахуванням обмежень життєдіяльності» [3].

Подальша інтеграція засад та принципів інклюзії в освітнє поле України створить необхідне підґрунтя соціалізації осіб, що мають особливі освітні потреби. Актуальною науково-прикладною задачею є створення моделі інформаційно-технологічної підтримки та супроводу ходу набуття освіти в умовах інклюзії для осіб з особливими потребами, яка б давала змогу варіативно планувати навчальний процес із врахуванням специфічних особливостей та значної кількості критичних факторів.

### Формулювання цілі статті

З метою розроблення системи інформаційно-технологічної підтримки та супроводу набуття освіти особами з особливими потребами за інклюзивною формою навчання сформуємо відповідну формальну модель. Для цього проаналізуємо особливості функціональних етапів ходу здобуття освіти та адаптації такої категорії учнів з урахуванням специфічних особливостей конкретної особи та інклюзивної форми навчання загалом.

Об'єктом досліджень обрано освітні процеси інклюзивної форми навчання осіб з особливими потребами, предметом дослідження є інформаційні технології підтримки інклюзивного освітнього процесу осіб з особливими потребами. Наукова новизна одержаних результатів полягає в розробленні математичного та програмного забезпечення, призначених для розв'язання науково-прикладної задачі підтримки інклюзивного освітнього процесу осіб з особливими потребами на основі сучасних інформаційних технологій. Розроблено методологічні основи формування та ефективного використання комплексу інформаційних технологій супроводу інклюзивних освітніх процесів осіб з особливими потребами.

### Виклад основного матеріалу

Основними принципами успішної реалізації методологічних засад інклюзивної освіти, зокрема, є командний підхід, задоволення індивідуальних освітніх потреб, співпраця з батьками, створення сприятливої соціокомунікаційної атмосфери [4]. Відображення цих принципів (окрім, можливо, останнього) у формальній моделі інформаційно-технологічного супроводу освітніх процесів інклюзивного навчання осіб з особливими потребами є неодмінною передумовою її коректної побудови.

#### Формальна модель набуття освіти за інклюзивною формою навчання особами з особливими потребами

Попередній аналіз процесу набуття освіти особами з особливими потребами дав змогу виділити структурні елементи та визначити основні функціональні етапи такого процесу [5]. Набуття освіти особою з особливими потребами у загальному випадку є процесом ітеративним, багатокроковим та складним, враховує велику кількість специфічних параметрів та передумов. Реалізація кожного етапу набуття освіти полягає у послідовному виконанні певних освітніх завдань, що стосуються організації та підтримки навчання осіб з особливими потребами. Складові елементи кожного з етапів набуття освіти утворюють множину освітніх завдань. Формально множину таких освітніх завдань зі вказаним порядком їх реалізації зручно подати у формі відповідної частково упорядкованої множини елементів.

В термінах формалізму частково впорядкованих множин, задання порядку слідування елементів множини освітніх завдань означає введення відношення порядку на такій множині елементів. Крім подання порядку слідування елементів множини освітніх завдань, важливою додатковою вимогою є введення специфічних умов виконання таких завдань. Для врахування вказаних вимог доцільно застосувати більш потужний математичний апарат. Відповідними математичними інструментами володіє концепт формальних граматики. Цей формалізм дає змогу послідовно виражати одні категорії через інші з урахуванням додаткових умов. Скориставшись зазначеними особливостями, подамо з його допомогою залежності між освітніми завданнями.

Аналіз функціональних етапів набуття освіти особою з особливими потребами виявив специфічні характеристики освітніх завдань, основними типами яких є освітні процедури та залежні від них освітні процеси. Результат реалізації освітнього процесу та процедури назовемо ознакою їх виконання.

Застосування нотації породжувальних граматики дає змогу послідовно визначати одні категорії через інші, а можливість врахування контексту допускає адекватне відображення та реалізацію специфічних залежностей, що виникають в ході набуття освіти особами з особливими потребами. Подання формальної граматики авторами запозичене з [6]. Формальна граMATика – це четвірка об'єктів  $G = \{V, T, S, P\}$ , де  $V$  – скінченна непорожня множина, яку називають алфавітом;  $T$  – підмножина алфавіту, елементи якої називають термінальними символами (терміналами);  $S$  – спеціально виділений символ, з якого починається опис граматики (початковий символ),  $S$  належить  $V$ ;  $P$  – скінченна множина продукцій (правил перетворень) вигляду  $\varepsilon \rightarrow \eta$ , де  $\varepsilon$  та  $\eta$  – ланцюжки над алфавітом  $V$ . Для більш зручного опису специфічних залежностей, що існують в інклюзивній формі освіти осіб з особливими потребами, у алфавіті  $V$  виділимо підмножину  $N$  нетермінальних символів (нетерміналів),  $N = V \setminus T$ .

Оскільки набуття освіти особою з особливими потребами складається з кількох функціональних етапів, і на кожному з них потрібно враховувати значну кількість складових, доцільно задавати елементи відповідної граматики поетапно. Для цього здійснимо розбиття множини терміналів  $T$  на непорожні, попарно неперетинні підмножини так, що їх об'єднання утворює множину  $T$ . Таке розбиття складається з підмножин  $T_1, T_2, T_3, T_4$ , асоційованих з чотирма етапами набуття освіти особою з особливими потребами. Елементи розбиття множини  $T$  позначатимемо  $t_j^i, j=1,2,\dots$ , індекс  $i, i = \overline{1,4}$ , вказуватиме на приналежність елемента до відповідного етапу набуття освіти.

Аналогічно проведемо розбиття множини нетерміналів  $N$  на непорожні, попарно неперетинні підмножини так, що їх об'єднання утворює множину  $N$ . Таке розбиття складається з п'яти підмножин – чотири з них,  $N_1, N_2, N_3, N_4$ , асоційовані з чотирма етапами набуття освіти особою з особливими потребами. Елементи цих множин позначатимемо  $n_j^i, j=0,1,2,\dots$ . Ще одна підмножина розбиття,  $N_0$ , містить службові елементи, що потрібні для опису граматики, такі елементи позначатимемо  $n^i, i = \overline{0,4}$ . Елемент  $n^0$ , є, по суті, початковим символом  $S$ , з якого починається опис граматики:  $S=n^0$ .

Множину продукцій  $P$ , за аналогією, розіб'ємо на п'ять непорожніх, попарно неперетинних підмножин так, щоб їх об'єднання утворювало множину  $P$ . Підмножини  $P_1, P_2, P_3, P_4$  асоційовані з чотирма етапами набуття освіти особою з особливими потребами, підмножина  $P_0$  містить службові продукції. Елементи розбиття множини  $P$  позначатимемо  $p_j^i, j=0,1,2,\dots$ , індекс  $i$  вказуватиме на приналежність елементу до відповідного етапу набуття освіти (для  $i = \overline{1,4}$ ) або до підмножини службових продукцій  $P_0$  (для  $i=0$ ).

Елементи заданих розбиттів множин  $T, N$  та  $P$  задамо в ході формального опису кожного етапу набуття освіти особою з особливими потребами. Фактично, до множини нетермінальних символів  $N$  належатимуть перетворення, що відбуваються в освітніх процесах та процедурах, а множину термінальних символів  $T$  складатимуть сталі чинники, результати перетворень. Множину продукцій  $P$  задамо формально як залежності, що послідовно формуються в ході набуття освіти особою з особливими потребами.

Формальна граMATика, побудована таким чином і отримана в ході задання її складових, є одним із варіантів подання формальної моделі набуття освіти особою з особливими потребами за інклюзивною формою навчання.

Опис формальної граматики почнемо із виділення початкового символу, що за означенням належить до множини  $N_0$  службових нетермінальних елементів. Присвоїмо початковому символу назву «Набуття освіти особою з особливими потребами» та позначимо його  $n^0$ .

У загальному випадку складовими освіти осіб з особливими потребами є [5]: формування ідентифікаційних даних – збір та накопичення ідентифікаційних даних про особу з усіх доступних джерел; визначення мети навчання на основі ідентифікаційних даних – визначення особливостей психофізичного розвитку (ОПР), форми навчання та мети навчання; підбір кращих методів та засобів досягнення мети навчання – формування індивідуального навчального плану (ІНП) особи з особливими потребами; оцінювання результатів навчання – застосування методик оцінювання освітнього доступу осіб з особливими потребами.

Введемо відповідні ідентифікатори, задамо їх формальні позначення та опис (тут і надалі аббревіатура ФП означатиме формальне позначення, ФО – формальний опис) (табл. 1).

Таблиця 1 Формальні позначення складових набуття освіти особою з ОПР

| Ідентифікатор (ФП)  | ФО                                      |
|---|---|
| Етап 1: Формування ідентифікаційних даних ( $n^1$ ). Етап 2: Визначення мети навчання ( $n^2$ ). Етап 3: Укладання ІНП ( $n^3$ ). Етап 4: Оцінювання результатів реалізації ІНП ( $n^4$ ) | $n^0 \rightarrow n^1 n^2 n^3 n^4 (p^0)$ |

Інформаційно-технологічний супровід набуття освіти особою з особливими потребами подаватимемо таким чином, щоб уможливити системне охоплення усіх етапів набуття освіти у єдиному комплексі.

### Перший етап набуття освіти

На цьому етапі накопичуються дані усестороннього дослідження особи різнопрофільними фахівцями, інформація від батьків та ін. Процес проведення комплексного оцінювання особи полягає у накопиченні реєстраційних даних, проведенні діагностування фахівцями психолого-медично-педагогічної консультації (ПМПК), проведенні опитування батьків та самої особи. Результати досліджень фахівців ПМПК, а також інформацію, отриману від батьків та власне особи, що діагностуватиметься в ПМПК, доцільно накопичувати у форматі, розробленому спільно фахівцями психолого-медично-педагогічної консультації комісії та ІТ-спеціалістами, що в подальшому братимуть участь у аналізі отриманих даних. Введемо відповідні формальні позначення (табл. 2).

Таблиця 2 – Характеристики процесу проведення комплексного оцінювання особи

| Ідентифікатор (ФП)  | ФО                      |
|---|-------------------------|
| Процес проведення комплексного оцінювання особи ( $n_1^1$ ) | $n^1 \rightarrow n_1^1$ |

| Ідентифікатор (ФП)   | ФО   |
|--|--|
| Процедура накопичення реєстраційних даних ( $n_{1,1}^1$ ). Процедура діагностування в ПМПК ( $n_{1,2}^1$ ). Процедура опитування батьків особи ( $n_{1,3}^1$ ). Процедура опитування особи ( $n_{1,4}^1$ ) | $(p_1^1) n_1^1 \rightarrow n_{1,1}^1 n_{1,2}^1 n_{1,3}^1 n_{1,4}^1$ ( $p_2^1$ )<br>$n_{1,1}^1 n_{1,2}^1 n_{1,3}^1 n_{1,4}^1 \rightarrow t_1^1$ ( $p_3^1$ ) |
| Комплексна оцінка особи ( $t_1^1$ )  |  |

Нетермінальні символи, присутні у лівій частині продукції ( $p_3^1$ ) називають контекстом [6]. Використання цього інструменту формальної граматики дає змогу задавати додаткові умови реалізації освітніх завдань, а також відобразити паралелізм процесів набуття освіти особою з особливими потребами.

Для належного забезпечення інформаційно-технологічного супроводу цього етапу доцільно розробити систему накопичення та збереження результатів комплексного оцінювання результатів навчання особи з особливими потребами. На ІТ-фахівців покладається завдання введення інформації щодо послуг громадського транспорту.

Визначимо підмножину  $T_1$  множини термінальних елементів, введених для першого етапу набуття освіти:

$$T_1 = \{t_1^1\}.$$

Визначимо множину службових нетермінальних елементів:

$$N_0 = \{n^0, n^1, n^2, n^3, n^4\}.$$

Множина нетермінальних елементів  $N_1$ , введених для першого етапу має такий вигляд:

$$N_1 = \{n_1^1, n_{1,1}^1, n_{1,2}^1, n_{1,3}^1, n_{1,4}^1\}.$$

Визначимо множину службових продукцій:

$$P_0 = \{p^0\}.$$

Множина продукцій для першого етапу набуття освіти має наступний вигляд:

$$P_1 = \{p_1^1, p_2^1, p_3^1\}.$$

### Другий етап набуття освіти

Цей етап полягає у визначенні мети навчання особи у залежності від особливостей її психофізичного розвитку. Особливості психофізичного розвитку (ОПР) – це відхилення від нормального фізичного чи психічного розвитку, зумовлені вродженими чи набутими розладами [4]. У залежності від встановлених ОПР визначають мету навчання особи. Форма навчання осіб з особливими потребами – це базовий спосіб засвоєння змісту навчання, що найбільш повно відповідає потребам і можливостям особи. У змісті навчання закладено навчальні цілі, які необхідно досягти в процесі навчання (належні компетенції, досвід, розвиток здібностей, знання, уміння й навички у відповідних предметних областях тощо). Ознакою реалізації процедури визначення змісту інклюзивного навчання є пристосований до особливих потреб особи «Типовий навчальний план...». Введемо позначення складових елементів етапу визначення мети навчання (табл. 3).

Таблиця 3 – Характеристики складових елементів етапу визначення мети навчання

| Ідентифікатор (ФП)   | ФО   |
|--|--|
| Процес аналізу комплексної оцінки особи ( $n_1^2$ ). Процес визначення мети навчання особи з ОПР ( $n_2^2$ ).  | $t_1^1 n^2 \rightarrow n_1^2 n_2^2$ ( $p_1^2$ )<br>$n_1^2 \rightarrow n_{1,1}^2$ ( $p_2^2$ )                 |
| Процедура визначення ОПР на основі компл. оцінки особи ( $n_{1,1}^2$ ). Процедура визначення форми навчання особи з ОПР ( $n_{2,1}^2$ ). Процедура визначення змісту навчання особи з ОПР ( $n_{2,2}^2$ ).   | $n_{1,1}^2 \rightarrow t_1^2$ ( $p_3^2$ )<br>$t_1^2 n_2^2 \rightarrow n_{2,1}^2 n_{2,2}^2$ ( $p_4^2$ )       |
| ОПР ( $t_1^2$ ). Навчання особи з ОПР у спецзакладі ( $t_2^2$ ). Інклюзивне навчання особи з ОПР ( $t_3^2$ ). Домашнє навчання особи з ОПР ( $t_4^2$ ). Адаптований «Типовий навчальний план...» ( $t_5^2$ ) | $n_{2,1}^2 \rightarrow t_2^2   t_3^2   t_4^2$ ( $p_5^2$ )<br>$t_3^2 n_{2,2}^2 \rightarrow t_5^2$ ( $p_6^2$ ) |

Інформаційно-технологічний супровід другого етапу набуття освіти особою з особливими потребами повинен реалізовувати процедури видобування знань з даних, що містять результати комплексного

оцінювання особи, та підтримувати прийняття рішення щодо специфіки психофізичного розвитку особи та мети її навчання.

Підмножину  $T_2$  множини термінальних елементів, введених формально для другого етапу набуття освіти, визначимо наступним чином:

$$T_2 = \{t_1^2, t_2^2, t_3^2, t_4^2, t_5^2\}.$$

Множина нетермінальних елементів  $N_2$ , введених формально для другого етапу набуття освіти має такий вигляд:

$$N_2 = \{n_1^2, n_2^2, n_{1,1}^2, n_{2,1}^2, n_{2,2}^2\}.$$

Множина продукцій для другого етапу набуття освіти має такий вигляд:

$$P_2 = \{p_1^2, p_2^2, p_3^2, p_4^2, p_5^2, p_6^2\}.$$

### Третій етап набуття освіти

Сформована мета навчання особи з особливими потребами поєднує форму та зміст навчання з корекційно-реабілітаційною складовою. Реалізація мети навчання вимагає підбору відповідних методів та засобів її досягнення, зафіксований набір таких методів та засобів з урахуванням особистісної зорієнтованості складає індивідуальний навчальний план (ІНП) особи з особливостями психофізичного розвитку. ІНП – документ, який містить детальну інформацію про особу й освітні послуги, які вона повинна отримувати, розробляється командою педагогів, відповідних фахівців та батьків особи з метою опрацювання комплексної програми роботи з дитиною, і визначає, які саме послуги надаватиме кожен з профільних фахівців [4]. Введемо формальні позначення складових етапу укладання ІНП на основі «Типового навчального плану...» (табл. 4).

Таблиця 4 – Характеристики складових етапу укладання ІНП

| Ідентифікатор (ФП)   | ФО  |
|--|---|
| Процес укладання ІНП інклюзивного навчання особи з ОПР ( $n_1^3$ )   | $t_5^2 n^3 \rightarrow n_1^3$ ( $p_1^3$ )   |
| Процедура підбору навч.-метод. забезпечення навчання особи з ОПР ( $n_{1,1}^3$ ). Процедура підбору мат.-техн. забез. навчання особи з ОПР ( $n_{1,2}^3$ ). Процедура підбору кадрового забезп. навчання особи з ОПР ( $n_{1,3}^3$ ). Процедура вибору закладу інклюзивного навчання за місцем проживання особи з ОПР ( $n_{1,4}^3$ ). Процедура узгодження складових ІНП ( $n_{1,5}^3$ ). Процедура реалізації ІНП ( $n_{1,6}^3$ )          | $n_{1,1}^3 \rightarrow t_3^3$ ( $p_3^3$ )<br>$n_{1,2}^3 \rightarrow t_4^3$ ( $p_4^3$ )<br>$n_{1,3}^3 \rightarrow t_5^3$ ( $p_5^3$ )<br>$n_{1,4}^3 \rightarrow t_6^3$ ( $p_6^3$ )<br>$t_7^3 n_{1,6}^3 \rightarrow t_8^3$ ( $p_8^3$ ) |
| Допомога батьків ( $t_1^3$ ). Організаційно-правове забезп. інклюзивної освіти ( $t_2^3$ ). Навч.-метод. забезп. навчання особи з ОПР ( $t_3^3$ ). Мат.-техн. забезп. навчання особи з ОПР ( $t_4^3$ ). Кадрове забезп. навчання особи з ОПР ( $t_5^3$ ). Заклади інклюзивної освіти за місцем проживання особи з ОПР ( $t_6^3$ ). ІНП особи з ОПР ( $t_7^3$ ). Результати реалізації ІНП за інклюзивної ф. навчання особи з ОПР ( $t_8^3$ ) |   |

Формально процес укладання індивідуального навчального плану особи за інклюзивною формою навчання та ознаку реалізації процедури узгодження складових ІНП подамо таким чином:

$$n_1^3 \rightarrow n_{1,1}^3 n_{1,2}^3 n_{1,3}^3 n_{1,4}^3 t_1^3 t_2^3 n_{1,5}^3 n_{1,6}^3$$
 ( $p_2^3$ )  $t_3^3 t_4^3 t_5^3 t_6^3 t_7^3 n_{1,5}^3 \rightarrow t_7^3$  ( $p_7^3$ )

Укладання індивідуального навчального плану вимагає врахування багатьох специфічних факторів та особливостей соціальних та культурологічних чинників, тому природною є потреба розроблення цілісної проблемно-орієнтованої комп'ютерної системи підтримки процесу укладання ІНП, як складової комплексного інформаційно-технологічного супроводу ходу набуття освіти особою з особливими потребами, що загалом є актуальною задачею як з науково-методичної, так і практично-педагогічної точок зору. Для інформаційно-технологічної підтримки процесу укладання індивідуального навчального плану доцільним є застосування спеціальних проблемно-орієнтованих програмно-алгоритмічних комплексів (ПАК), призначених для вирішення складних багатопараметричних та багатокритерійних оптимізаційних задач [7] із відповідними адаптаційними налаштуваннями.

Визначимо підмножину  $T_3$  множини термінальних елементів, введених для третього етапу набуття освіти:

$$T_3 = \{t_1^3, t_2^3, t_3^3, t_4^3, t_5^3, t_6^3, t_7^3, t_8^3\}.$$

Множина нетермінальних елементів  $N_3$ , введених формально для третього етапу набуття освіти має такий вигляд:

$$N_3 = \{n_1^3, n_{1,1}^3, n_{1,2}^3, n_{1,3}^3, n_{1,4}^3, n_{1,5}^3, n_{1,6}^3\}.$$

Множина введених формально продукцій для третього етапу набуття освіти має такий вигляд:

$$P_3 = \{p_1^3, p_2^3, p_3^3, p_4^3, p_5^3, p_6^3, p_7^3, p_8^3\}.$$

**Четвертий етап набуття освіти**

Цей етап реалізації освітнього процесу особи з особливими потребами полягає у оцінюванні результатів виконання ІНП, сформованого на попередньому етапі. Реальний рівень знань особи оцінюють за допомогою специфічних методично-обґрунтованих способів. За результатами оцінки знань приймається рішення про наступний крок освітньої роботи з особою. Введемо позначення процесів оцінювання результатів реалізації індивідуального навчального плану за інклюзивною формою та прийняття рішень на основі таких результатів (табл. 5):

Таблиця 5 – Характеристики процесів оцінювання результатів реалізації ІНП

| Ідентифікатор (ФП)   | ОП  |
|--|---|
| Процес оцінювання результатів реалізації ІНП інклюзивного навчання особою з ОПР ( $n_1^4$ ). Процес прийняття рішень за результатами навчання ( $n_2^4$ )  | $t_8^3 n^4 \rightarrow n_1^4 n_2^4$ ( $p_1^4$ )   |
| Процедура оцінювання навчальних досягнень осіб з ОПР в інклюзивному навчанні ( $n_{1,1}^4$ ). Процедура оцінювання розвитку соц. компетентності осіб з ОПР в інклюзивному навчанні ( $n_{1,2}^4$ ) | $t_8^3 n^4 \rightarrow n_1^4 n_2^4$ ( $p_1^4$ )<br>$n_1^4 \rightarrow n_{1,1}^4 n_{1,2}^4$ ( $p_2^4$ )<br>$n_{1,1}^4 n_{1,2}^4 \rightarrow t_1^4$ ( $p_3^4$ ) |
| Оцінені результати реалізації ІНП інклюзивного навч. особою з ОПР ( $t_1^4$ ). Визначення нової мети навчання ( $t_2^4$ ). Реформування ІНП ( $t_3^4$ )  | $t_1^4 n_2^4 \rightarrow t_2^4 n_1^4   t_3^4 n_1^3$ ( $p_4^4$ )   |

Одним із варіантів інформаційно-технологічного супроводу на цьому етапі освітнього процесу осіб з особливими потребами є використання відповідних систем автоматизації оцінювання рівня знань. Застосування при цьому систем автоматичного розпізнання, аналізу та синтезу природномовних текстів, реферування та анотування текстів, їх морфологічного, синтаксичного та семантичного аналізу [8] суттєво полегшує процеси формування завдань та оцінювання отриманих відповідей з урахуванням специфіки та особливостей різних категорій осіб з особливими потребами. Зазначені методи доцільно використовувати також для підвищення рівня достовірності та об’єктивності оцінювання – дослідження текстів відповідей для визначення рівня їх автентичності, авторства та часу створення є ні чим іншим, як авторською атрибуцією текстів [9].

Визначимо підмножину  $T_4$  множини термінальних елементів, введених формально для четвертого етапу ходу набуття освіти:

$$T_4 = \{t_1^4, t_2^4, t_3^4\}.$$

Множина нетермінальних елементів  $N_4$ , введених формально для четвертого етапу ходу набуття освіти має такий вигляд:

$$N_4 = \{n_1^4, n_{1,1}^4, n_{1,2}^4\}.$$

Множина введених формально продукцій для четвертого етапу ходу набуття освіти має такий вигляд:

$$P_4 = \{p_1^4, p_2^4, p_3^4, p_4^4\}.$$

**Модель набуття освіти за інклюзивною формою навчання для осіб з особливими потребами**

У загальному випадку множина термінальних елементів, введених формально для чотирьох етапів набуття освіти особою з особливими потребами, матиме такий вигляд:

$$T = T_1 \cup T_2 \cup T_3 \cup T_4 = \begin{matrix} \{t_1^1, \\ t_1^2, t_2^2, t_3^2, t_4^2, t_5^2 \\ t_1^3, t_2^3, t_3^3, t_4^3, t_5^3, t_6^3, t_7^3, t_8^3 \\ t_1^4, t_2^4, t_3^4\} \end{matrix}$$

Множина нетермінальних елементів  $N$ , введених формально для чотирьох етапів набуття освіти особою з особливими потребами має такий вигляд:

$$N = N_0 \cup N_1 \cup N_2 \cup N_3 \cup N_4 = \begin{matrix} \{n^0, n^1, n^2, n^3, n^4, \\ n_{1,1}^1, n_{1,1}^1, n_{1,2}^1, n_{1,3}^1, n_{1,4}^1, \\ n_{1,1}^2, n_{1,2}^2, n_{1,1}^2, n_{2,1}^2, n_{2,2}^2, \\ n_{1,1}^3, n_{1,1}^3, n_{1,2}^3, n_{1,3}^3, n_{1,4}^3, n_{1,5}^3, n_{1,6}^3, \\ n_{1,1}^4, n_{1,1}^4, n_{1,2}^4\} \end{matrix}$$

Множина введених формально продукцій для чотирьох етапів набуття освіти особою з особливими потребами має такий вигляд:

$$P = P_0 \cup P_1 \cup P_2 \cup P_3 \cup P_4 = \begin{matrix} \{p^0, \\ p_1^1, p_2^1, p_3^1, \\ p_1^2, p_2^2, p_3^2, p_4^2, p_5^2, p_6^2, \\ p_1^3, p_2^3, p_3^3, p_4^3, p_5^3, p_6^3, p_7^3, p_8^3, \\ p_1^4, p_2^4, p_3^4, p_4^4\} \end{matrix}$$

Алфавіт  $V$  – це об'єднання множин:

$$V = T \cup N.$$

У ході поетапного аналізу набуття освіти особою з особливими потребами було сформовано формальну модель набуття освіти за інклюзивною формою навчання для такої категорії осіб. Розроблену модель покладено в основу системи інформаційно-технологічного супроводу набуття освіти, призначеної для вдосконалення та якісної інформаційно-технологічної підтримки процесів інклюзивного навчання впродовж життя осіб з особливими потребами, що, поза всяким сумнівом, повинні реалізовуватись в умовах сучасного інформаційного суспільства.

### Висновки

Інклюзивна форма освіти є одним із перспективних напрямів для осіб з особливими потребами. При побудові формальної моделі системи інформаційно-технологічної підтримки та супроводу набуття освіти такими особами було використано апарат породжувальних граматики. Застосування власне такого апарату уможливило якісне відображення у моделі базових властивостей, які притаманні інклюзивному навчанню. Строго математичне подання продукцій граматики є зручним способом унаочнити залежності, що послідовно формуються в інклюзивних освітніх процесах осіб з особливими потребами. Застосування алфавітів нетермінальних та термінальних символів дає можливість логічно розділити перетворення, що відбуваються в освітніх процесах, та результати таких перетворень. Можливості врахування контексту в породжувальних граматиках уможливили реалізацію однієї із сутнісних особливостей набуття освіти особою з особливими потребами, а саме реалізації наступних етапів у залежності від результатів, отриманих на попередньому етапі. Математичний апарат породжувальних граматики виявився зручним для відображення у формальній моделі основних принципів успішної реалізації інклюзивної освіти загалом.

У сформованій формальній моделі системи інформаційно-технологічного супроводу набуття освіти особою з особливими потребами враховано значну кількість критичних факторів, що є важливими для індивідуального планування, реалізації та верифікації специфічних навчальних процесів. Розроблення цілісної системи інформаційно-технологічного супроводу етапів набуття освіти в умовах інклюзії особою з особливими потребами, яка б ґрунтувалася на побудованій формальній моделі, сформованій з використанням формалізмів процесів видобування знань, методів та засобів математичної лінгвістики, дає змогу суттєво покращити комплексну підтримку процесів навчання, виховання та соціальної адаптації та інтеграції впродовж усього життя таких категорій осіб у сучасному інформаційному суспільстві.

Моделювання інформаційно-технологічного супроводу інклюзивного навчання осіб з особливими потребами дало змогу виділити паралельні взаємодіючі компоненти в набутті освіти такою категорією осіб. Для подальшого дослідження системи інформаційно-технологічного супроводу етапів набуття освіти в умовах інклюзії було застосовано відповідний математичний апарат мереж Петрі. Така математична абстракція дає змогу сформулювати наочне уявлення про перебіг паралельних процесів у складній системі, якою є набуття освіти особою з особливими потребами.

### Список використаної літератури

1. Колупаєва А.А. Діти з особливими освітніми потребами та організація їх навчання / А.А. Колупаєва, Л.О. Савчук – К. : Видавнична група «АТОПОЛ», 2011. – 274 с.
2. Розроблено Типові навчальні плани спеціальних загальноосвітніх навчальних закладів для дітей з особливими освітніми потребами [Електронний ресурс] / Міністерство освіти і науки України. – Режим доступу : <http://www.mon.gov.ua/ua/news/28170-rozrobleno-tipovi-navchalni-plani-spetsialnih-zagalnoosvitnih-navchalnih-zakladiv-dlya-ditey-z-osoblivimi-osvitnimi-potrebami>.

3. Про вищу освіту : Закон України № 1178-2 від 1 липня 2014 року [Електронний ресурс] / Режим доступу : [http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4\\_1?pf3511=45512](http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=45512).
4. Інклюзивна освіта: основні положення [Електронний ресурс] / Всеукраїнський фонд «Крок за кроком» / Режим доступу : [http://www.ussf.kiev.ua/ie\\_inclusive\\_education/](http://www.ussf.kiev.ua/ie_inclusive_education/).
5. Шестакевич Т.В. Інформаційно-технологічний супровід освітніх процесів для осіб з особливими потребами / Шестакевич Т.В. // Інформаційні системи та мережі : збірник наукових праць / Міністерство освіти і науки України, Національний університет "Львівська політехніка". – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2014. – С. 251-261. – (Вісник / Національний університет «Львівська політехніка» ; № 783).
6. Нікольський Ю.В. Дискретна математика / Ю.В. Нікольський, В.В. Пасічник, Ю.М.Щербина – К. : Видавнича група ВНУ, 2007. – 368 с.
7. Бобало Ю. Я. Програмно-методичний комплекс для моделювання та оптимізації процесів забезпечення якості РЕА на стадії виготовлення / Ю. Я. Бобало, А. П. Бондарев, М. Д. Кіселичник, О. В. Надобко, Л. А. Недоступ, П. В. Тарадаха, Л. В. Чурун, Т. В. Шестакевич // Радіоелектроніка та телекомунікації / Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2012. – С. 206–212. - (Вісник / Національний університет «Львівська політехніка» ; № 738).
8. Щербина Ю. М. Утворення українських дієприкметників за допомогою породжувальних граматики / Ю. М. Щербина, Ю. В. Нікольський, В. А. Висоцька, Т. В. Шестакевич // Інформаційні системи та мережі : збірник наукових праць / Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України, Національний університет "Львівська політехніка". – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2011. - С. 354-369. - (Вісник / Національний університет «Львівська політехніка» ; № 715).
9. Пасічник В.В. Математична лінгвістика. [Книга 1. Квантитативна лінгвістика] : [Навчальний посібник] / Пасічник В.В., Щербина Ю.М., Висоцька В.А., Шестакевич Т.В. – Львів : Новий світ - 2000, 2012. – 359 с.

#### Відомості про авторів

**Пасічник Володимир Володимирович** – д-р техн. наук, професор, професор кафедри інформаційних систем та мереж.

**Шестакевич Тетяна Валеріївна** – асистент кафедри інформаційних систем та мереж.