

ЗАСТОСУВАННЯ ФОРМАЛЬНИХ ГРАМАТИК У МОДЕЛЮВАННІ ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО СУПРОВОДУ ІНКЛЮЗИВНОГО НАВЧАННЯ

© Пасічник Володимир., Шестакевич Тетяна, 2015

Досліджено освітні процеси інклюзивного навчання осіб з особливими потребами. Розроблено методологічні основи формування комплексу інформаційних технологій супроводу набуття освіти особами з особливими потребами. Запропоновано модель інформаційно-технологічного супроводу набуття освіти особою з особливими потребами.

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

The article deals with inclusive educational processes for persons with special needs. The methodological basis for the formation of IT-support of inclusive education for persons with special needs was suggested. The IT-support model of education of persons with special needs was proposed.

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 найефективніших способів соціальної адаптації особи з особливими потребами є інклюзивне навчання. Інтегрування дітей з особливостями розвитку до масових освітніх закладів – це світова тенденція, притаманна всім високорозвиненим країнам, організація інклюзивного освітнього процесу здобувачів вищої освіти з особливими освітніми задекларована у законі «Про вищу освіту» від 1 липня 2014 р. [1].

Подальша підтримка процесів реалізації інклюзивного навчання створить необхідне підґрунтя соціалізації осіб, що мають особливі освітні потреби. Створення моделі інформаційно-технологічної підтримки та супроводу перебігу набуття освіти в умовах інклюзії для осіб з особливими потребами є актуальним науково-прикладним завданням, застосування такої моделі уможливить варіативне планування навчального процесу.

Формулювання цілі статті

Актуальним завданням є виконання науково-прикладного завдання підтримки інклюзивного освітнього процесу осіб з особливими потребами на основі сучасних інформаційних технологій. З цією метою необхідно розробити відповідне математичне та програмне забезпечення технологій супроводу інклюзивного навчання.

Виклад основного матеріалу

Дослідження специфіки набуття освіти особами з особливими потребами у світі тривають уже понад тридцять років, Україна має п'ятнадцятирічний досвід у реалізації засад інклюзії. Дослідження науковців з Європи, США та інших країн (Т. Лорман, К. Стаффорд, Д. Харві, Г. Бранч, М. Малофєєв, Д. Деспелер, Г. Иттерстад та ін. [2–6]) сприяли розвитку освіти для такої категорії осіб. За кордоном доволі інформаційні технології, що спрощують роботу педагогів та батьків

дітей з особливими потребами: програмні продукти дають змогу формувати індивідуальні навчальні цілі та супроводжують оцінювання знань учнів з особливими освітніми потребами; функціонують відкриті Інтернет-ресурси для розроблення «персонального комунікаційного паспорта», масовими є інформаційні ресурси для осіб з особливими потребами, що містять новини інклюзивного навчання, профільну правову інформацію, працюють центри комп'ютерної підтримки осіб з особливими потребами тощо. Проте, і теоретико-практичні напрацювання, і інформаційні технології та прикладне програмне забезпечення, розроблене за кордоном, для автоматизації процесу набуття освіти особами з особливими потребами в Україні є майже незастосовним.

Вітчизняні дослідники процесу набуття освіти особами з особливими потребами запропонували концептуальні складові впровадження інклюзивної освіти в нашій державі (П. Таланчук, К. Кольченко), відпрацьовані організаційно-методичні підходи до впровадження інклюзивної освіти (О. Дікова-Фаворська, А. Колупаєва, С. Литовченко, Ю. Найда), розроблені основи навчально-методичного забезпечення інклюзивного навчання в Україні (А. Колупаєва, Л. Савчук, А. Таранченко, Т. Сак, І. Сухіна, Т. Скрипник) [7–9]. Розвиток інформаційних технологій сприяє динамічному розширенню множини інформаційно-технологічних засобів супроводу процесу набуття освіти особами з особливими потребами в Україні, зокрема створено незалежний онлайн-сервіс електронних журналів успішності, орієнтований на освітні установи країн СНД (основною функцією сервісу є організація і ведення журналів оцінок у мережі Інтернет), розроблено комп'ютерні технології доступу до освітніх інформаційних ресурсів, доступною є інформація на сайтах психолого-медико-педагогічних комісій, фондів, громадських організацій, працює система інформаційно-бібліотечного обслуговування – для надання освітніх послуг користувачам з особливими потребами; на базі сучасних інформаційних технологій активно розробляють системи дистанційного навчання осіб з особливими потребами [10–14] та ін. Проте таке забезпечення освітнього процесу сучасними інформаційними технологіями є нерівним, немає комплексного системного підходу в процесах управління освітнім середовищем, зорієнтованим на осіб з особливими потребами. Актуальним науково-прикладним завданням є системно відобразити функціональні характеристики процесу набуття освіти особами з особливими потребами із врахуванням вітчизняної специфіки такого процесу.

Формальна модель інклюзивного навчання

Інклюзивне навчання, у загальному випадку, полягає у навчанні особи з особливими потребами в масовому навчальному закладі за місцем проживання та передбачає усебічну підтримку такого навчання – медичну, педагогічну, методичну тощо. Таке навчання є одним із варіантів процесу набуття освіти особою з особливими потребами. Дослідження процесу інклюзивного навчання уможливило виділити структурні елементи та визначити чотири основні функціональні етапи такого процесу [15]. Етапи інклюзивного навчання зручно подати у вигляді схеми (рис. 1).

В ході реалізації **першого етапу** інклюзивного навчання накопичуються дані усебічного дослідження особи різнопрофільними фахівцями, інформація від батьків тощо. Для належного забезпечення інформаційно-технологічного супроводу цього етапу доцільно розробити систему накопичення та збереження результатів комплексного оцінювання особливостей психофізичного розвитку особи фахівцями – медиками, педагогами, психологами, а також батьками та власне особою (за можливістю). В ході аналізу накопичених даних доцільно розмежовувати навчальні та соціальні компетенції. Реалізація інформаційної технології аналізу накопичених даних на цьому етапі полягає у встановленні рівня психофізичного розвитку особи.

У разі виявлення відхилень від норм психофізичного розвитку, **другий етап** інклюзивного навчання полягає у визначенні мети навчання особи залежно від її індивідуальних особливостей. Інформаційно-технологічний супровід другого етапу інклюзивного навчання повинен реалізовувати процедури набування знань з даних, що містять результати комплексного оцінювання особи, з метою визначення рівня соціального розвитку особи. На другому етапі інклюзивного навчання доцільно також використовувати інформаційну технологію формування адаптованого «Типового робочого плану...» особи з урахуванням специфіки освітніх потреб особи.

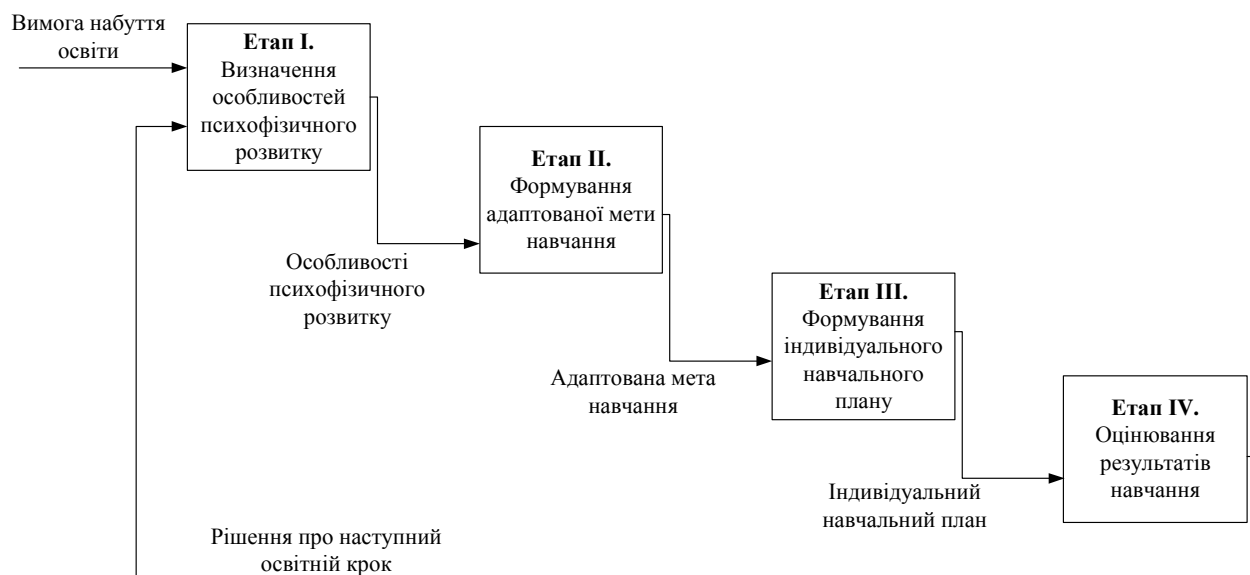


Рис. 1. Етапи інклюзивного навчання

Мета навчання особи з особливими потребами, сформована в ході **третього етапу** інклюзивного навчання, 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 становить індивідуальний навчальний план (ІНП) особи з особливостями психофізичного розвитку. Для інформаційно-технологічної підтримки процесу укладання ІНП доцільним є застосування спеціальних проблемно-орієнтованих програмно-алгоритмічних комплексів (ПАК), призначених для виконання складних багатопараметричних та багатокритерійних оптимізаційних завдань [16] із відповідними адаптаційними налаштуваннями.

Четвертий етап інклюзивного навчання полягає у оцінюванні результатів виконання ІНП, сформованого на попередньому етапі. 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 [17, 18] істотно полегшує процеси формування завдань та оцінювання отриманих відповідей. Застосовувати інформаційні технології необхідно також для оцінки соціального поступу особи. Оцінювати варто з використанням аналізу даних – накопичених результатів навчання.

Реалізація кожного етапу набуття освіти полягає у послідовному виконанні певних освітніх завдань. Формально множину таких освітніх завдань зі вказаним порядком їх реалізації можливо подавати у формі відповідної частково упорядкованої множини елементів. У 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 потужніший математичний апарат. Відповідними математичними інструментами володіє концепт формальних граматики. Цей формалізм дає змогу послідовно виражати одні категорії через інші з урахуванням додаткових умов. Skorиставшись зазначеними особливостями, подамо за його допомогою залежності між освітніми завданнями.

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 під час набуття освіти особами з особливими потребами. Подання формальної граматики автори запозичили з [19]. Формальна граматика – 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 ε та η – ланцюжки над алфавітом V . Для зручнішого опису специфічних залежностей, що існують в інклюзивному навчанні, 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 розіб'ємо множину 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 елементу до відповідного етапу набуття освіти.

Аналогічно розіб'ємо множину 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, ε , 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 задаємо в ході формального опису кожного етапу набуття освіти особою з особливими потребами. Фактично, до множин 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 задаємо формально як залежності, що послідовно формуються в ході набуття освіти особою з особливими потребами.

Інформаційно-технологічний супровід набуття освіти особою з особливими потребами необхідно подавати так, щоб уможливити системне охоплення усіх етапів набуття освіти. Формальна граMATика, отримана в ході задання її складових, є одним із варіантів подання формальної моделі набуття освіти особою з особливими потребами інклюзивно.

Висновки

Інклюзивна форма освіти є одним із перспективних напрямів для осіб з особливими потребами. Під час побудови формальної моделі системи інформаційно-технологічної підтримки та супроводу набуття освіти такими особами було використано апарат породжувальних граматик. Строге 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 граMATиках уможливили реалізацію однієї із сутнісних особливостей набуття освіти особою з особливими потребами, а саме реалізації наступних етапів залежно від результатів, отриманих на попередньому етапі. Математичний апарат породжувальних

граматик виявився зручним для відображення у формальній моделі основних принципів успішної реалізації інклюзивної освіти загалом.

Література

1. 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.
2. Банч Г. 10 ключевых пунктов успешной инклюзии / Г. Банч // Аутизм и нарушения развития. – 2010. – № 3. – С. 50–67.
3. Інклюзивна освіта. Підтримка розмаїття у класі: практичний посібник. / [Тім Лорман, Джоан Денпелер, Девід Харві]; пер. з англ. – К.: СПД-ФО Парашин І. С., 2010. – 296 с.
4. Единая концепция специального федерального государственного стандарта для детей с ограниченными возможностями здоровья : основные положения / Н. Н. Малофеев [и др.] // Дефектология. – 2010. – № 1. – С. 6–22.
5. Иттерстад Г. Инклюзия – что означает это понятие и с какими проблемами сталкивается норвежская школа, претворяя его в жизнь? / Г. Иттерстад // Психологическая наука и образование. – 2011. – №3. – С. 41–49.
6. Даниелс Е., Стаффорд К. Залучення дітей з особливими потребами до системи загальноосвітніх класів / Даниелс Е., Стаффорд К. – Л. : Тов. «Надія», 2000. – 256 с.
7. Колупаєва А. А. Діти з особливими освітніми потребами та організація їх навчання: наук.-метод. посіб. / А. А. Колупаєва, Л. О. Савчук. – Вид. доп. та перероб. – К. : Видавн. група «АТОПОЛ», 2011. – 274 с.
8. 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.
9. Колупаєва А. А., Найда Ю. М. Здійснення процесу оцінки та розробки індивідуального навчального плану / Інклюзивна школа: особливості організації та управління: навч.-метод. посібник / Кол.: авторів: Колупаєва А. А., Найда Ю. М., Софій Н. З. та ін. За заг. ред. Даниленко Л. І. – К., 2007. – 128 с.
10. Кут В. І. Інформаційні технології систем дистанційного навчання осіб з особливими потребами: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.06 – інформаційні технології / В. І. Кут. – Тернопіль, 2013. – 22 с.
11. Сервіс електронних журналів успішності [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://emsy.org/>.
12. Кунанець Н. Е. Інформаційно-бібліотечне обслуговування користувачів з особливими потребами: історія та сучасність [Текст] : монографія / Н. Е. Кунанець ; Нац. ун-т "Львів. політехніка". – Львів : Галицька видавнича спілка, 2013. – 439 с.
13. Комп'ютерне розпізнавання жестів: програмно-алгоритмічний підхід [Текст] : [монографія] / О. Годич, М. Давидов, Ю. Нікольський та ін. – Львів : ТОВ "Компанія "Манускрипт", 2011. – 310 с.
14. Кут В. Математичне та програмно-алгоритмічне моделювання системи дистанційного навчання осіб з особливими потребами / В. Кут, Ю. Нікольський, В. Пасічник // Комп'ютерні науки та інформац. технології : збірник наукових праць – Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2011. – № 710. – С. 113–122.
15. 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 : Вид-во Львівської політехніки, 2014. – № 783. – С. 251–261.
16. 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. – № 738. – С. 206–212.
17. Пасічник В. В. Математична лінгвістика. [Книга 1. Квантитативна лінгвістика] : навч. посібник / Пасічник В. В., Щербина Ю. М., Висоцька В. А., Шестакевич Т. В. – Львів : Новий світ – 2000, 2012. – 359 с.
18. Щербина Ю. М. Утворення українських дісприкетників за допомогою породжувальних граматик / 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 : Вид-во Львівської політехніки, 2011. – № 783. – С. 251–261.
19. Нікольський Ю. В. Дискретна математика / Ю. В. Нікольський, В. В. Пасічник, Ю. М. Щербина – К. : Видавнича група ВНУ, 2007. – 368 с.

FORMAL GRAMMARS APPLICATION IN MODELING OF INFORMATION TECHNOLOGY SUPPORT OF INCLUSIVE EDUCATION

One of the most effective ways of social adaptation of persons with special needs is inclusive education. That is why, an urgent task is to solve scientific and applied problem of inclusive education support based on modern information technology. For this purpose, it is necessary to develop an appropriate mathematical and software technology support of inclusive education.

Ukraine has fifteen years of experience in the implementation of inclusion. Abroad, there are information technologies that simplify the work of teachers and parents of children with special needs: software allows forming individual learning goals and accompanying knowledge assessment of students with special educational needs; there are centers of computer support for people with such needs and others. However, theoretical and practical achievements, and so information technology and application software, developed abroad, cannot be automatically transferred into Ukrainian education system.

Domestic researchers of education process of persons with special needs offered conceptual components of implementation of inclusive education in our country, have used the organizational and methodological approaches to the implementation of inclusive education, the foundations of inclusive education teaching in Ukraine are developed. The development of information technology contributes to the dynamic expansion of the set of information technology tools of support of education process for persons with special needs in Ukraine, including establishment of an independent online service of electronic gradebook, the computer technology of educational information resources access is developed, information on the site of psychological, medical and pedagogical commissions is available etc. However, such support of educational process with modern information technologies is uneven, there is no comprehensive system approach in the management of educational environment aimed at supporting people with special needs.

Research of inclusive education process has allowed us to identify structural elements and identify four main functional stages of a process. During the first phase of inclusive education, data of comprehensive study of personality by different specialists is accumulated, and also information from parents and others is gained. In case of deviations from the norms of mental and physical development, the second phase of inclusive education is to define learning objectives of the person depending on its individual characteristics. The purpose of training persons with special needs, which is formed during the third stage of inclusive education, combines form and content of the learning with correctional rehabilitation component. The fourth stage of inclusive education is in evaluation of results of individual education plan implementation, formed at the previous stage. The implementation of each stage of education is in the sequential execution of certain educational aims. In addition to presenting the order of elements of educational tasks set, an important requirement is to take into account specific conditions of such tasks. To account such requirements, it is advisable to use formal grammars. This formalism allows expressing some categories from another taking into account other additional conditions.

Because education for person with special needs consists of several functional stages, and each of them need to take into account the significant number of components, it is advisable to set the corresponding elements of grammar in stages. Elements of formal grammar – sets of terminals, non-terminals, productions and alphabet – are formed during the description of each stage of education for person with special needs. In fact, to the set of nonterminal symbols will belong transformations in educational processes, and the set of terminal symbols will be permanent factors, the results of educational transformations. The set of productions will be set formally as dependencies, which are sequentially formed in the course of education for person with special needs.

Information and technology support of education for person with special needs must be submitted in such a way as to make possible a systematic coverage of all stages of education. Formal grammar, obtained after completing its components, is one of the ways of representation of a formal model of inclusive education.

References

1. *Higher Education : Law of Ukraine № 1178-2, July, 1, 2014 [Electronic resource] / Access mode: http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=45512.*
2. Banch G. 10 the key points of a successful inclusion / G. Banch // *Autism and Developmental Disorders*. – 2010. – № 3. – P. 50–67.
3. *Inclusive Education. Support Diversity in the Classroom: A Practical Guide.* / [Tim Lorman, Joann Deppler, David Harwey]; transl. From English. – K.: SPD-FO Parashyn I. S., 2010. – 296 p.
4. *The unified concept of special federal state standard for children with disabilities: fundamentals* / N. N. Malofeev [and others] // *Defectology*. – 2010. – № 1. – P. 6–22.
5. Itterstad G. Inclusion – what does it mean and what challenges faces the Norwegian school, put it into practice? / G. Itterstad // *Psychological Science and Education*. – 2011. – № 3. – P. 41–49.
6. Daniels E., Stafford K. Attraction children with special needs in the system of secondary classes / Daniels E., Stafford K. // *L. : LTD "Hope"*, 2000. — 256 p.
7. Kolupaeva A. A. *Children with special educational needs and the organization of their education* / A. A. Kolupaeva, L. O. Savchuk – K: publ. group "ATOPOL", 2011. – 274 p.
8. Dikova-Favorska O. M. *A person with functional limitations in circle of problems health-job-training: monography* / Dikova-Favorska O.M., etc. ; University "Ukraine", Zhytomyr. ekon.-humanit. Inst. – Zhytomyr: Polissya, 2009. – 364 p.
9. Kolupaeva A. A. *Implementation of the evaluation process and the development of individual educational plan* / *Inclusive school: peculiarities of organization and management: Training-handbook* / Col. of Authors: Kolupaeva A. A., Naida Yu. M., Sophiy N. Z. etc. Under editing. of Danilenko L.I., – K. : 2007. – 128 p.
10. Kut V.I. *Information technologies of distance education of persons with disabilities. Thesis for the degree of candidate of technical sciences: 05.13.06 – Information Technology* / Kut V. I. – Ternopil, 2013. — 22 p.
11. *Service of electronic success journals [Electronic resource] // Access mode: <http://emsy.org/>.*
12. Kunanets N. E. *Information and library service for users with special needs: History and Modernity [Text]: monography* / Kunanets N.E.; Nat. University "Lviv. Polytechnic". – Lviv: Galician Publishing Association, 2013. – 439 p.
13. *Computer gesture recognition, algorithmic approach [Text]: [monography]* / Hodych O., Davydov M., Nikolskyy Yu. and others. – Lviv: "Company manuscript", 2011. – 310 p.
14. Kut V. *Mathematical and algorithmic modeling of distance education of persons with special needs* / Kut V., Nikolskyy Yu., Pasichnyk V. // *Computer science and information. Technology: Bulletin of scientific papers* – Lviv: Lviv Polytechnic Publisher, 2011. – P. 113-122. – (Bulletin / NU «Lviv Polytechnic» ; № 710).
15. Shestakevych T.V. *Information and technological support of educational processes for people with special needs* / Shestakevych T.V. // *Information systems and networks: Bulletin of scientific papers* / Ministry of Education and Science of Ukraine, National University "Lviv Polytechnic". – Lviv : Lviv Polytechnic Publisher, 2014. – P. 251–261. – (Bulletin / NU «Lviv Polytechnic» ; № 783).
16. Bobalo Yu. *Software-methodical complex for simulation and optimization of quality assurance processes at the manufacturing stage of REE* / Bobalo Yu. Ya., Bondarev A. P., Kiselychnyk M. D., Nadobko O. V., Nedostup L. A., Taradaha P.V., Chyrun L. V., Shestakevych T.V. // *Electronics and Telecommunications* / Lviv, Lviv Polytechnic Publisher, 2012. – P. 206–212. – (Bulletin / NU «Lviv Polytechnic» ; № 738).
17. Pasichnyk V. V. *Mathematical linguistics. [Book 1. Quantitative Linguistics]: [Tutorial]* / Pasichnyk V. V., Shcherbyna Yu. M., Vysotska V. A., Shestakevych T. V. – Lviv: Novyy Svit – 2000, 2012. – 359 p.
18. Shcherbyna Yu. M. *Formation of Ukrainian participles by means of generated grammars* / Shcherbyna Yu. M., Nikolskyy Yu. V., Vysotska V. A., Shestakevych T. V. // *Information systems and networks: collection of scientific papers* / Ministry of Education Science, Youth and Sports of Ukraine, National University "Lviv Polytechnic". – Lviv, Lviv Polytechnic Publisher, 2011. – P. 251–261. – (Bulletin / NU «Lviv Polytechnic» ; № 783).
19. Nikolskyy Yu. V. *Discrete mathematics* / Nikolskyy Yu. V., Pasichnyk V. V., Scherbyna Yu. M. – K : Publishing Group BHV, 2007. – 368 p.