МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

ШЕСТАКЕВИЧ ТЕТЯНА ВАЛЕРІЇВНА

УДК 376-056.2:004.416:37.014.61

МАТЕМАТИЧНЕ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО СУПРОВОДУ ІНКЛЮЗИВНОГО НАВЧАННЯ

01.05.03 – Математичне та програмне забезпечення обчислювальних машин і систем

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Львів – 2017

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано в Національному університеті «Львівська політехніка» Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Пасічник Володимир Володимирович,
Національний університет «Львівська політехніка»,
професор кафедри інформаційних систем та мереж,
лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, доцент
Овсяк Олександр Володимирович,
відокремлений підрозділ «Львівська філія Київського національного університету культури і мистецтв» Міністерства культури України,
професор кафедри мистецтв

кандидат технічних наук, доцент
Угрин Дмитро Ілліч,
Чернівецький факультет Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» Міністерства освіти і науки України,
завідувач кафедри інформаційних систем

Захист відбудеться «17» травня 2017 р. о 14^{00} годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 35.052.05 у Національному університеті «Львівська політехніка» (79013, м. Львів, вул. С. Бандери, 12, корп. 11, ауд. 218).

З дисертацією можна ознайомитись у науково-технічній бібліотеці Національного університету «Львівська політехніка» (79013, м. Львів, вул. Професорська, 1).

Автореферат розіслано «14» квітня 2017 р.

Учений секретар
спеціалізованої вченої ради,
доктор технічних наук, професор Р.А. Бунь

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Сучасне розуміння освіти як особистісно орієнтованого процесу вимагає пристосування навчальних впливів до індивідуально-психологічних особливостей та можливостей кожного учня та студента, створення сприятливих умов для розвитку його здібностей і можливостей, що набуває особливого значення для навчання осіб з особливими потребами. Порушення психофізичного розвитку, відхилення від нормального фізичного чи психічного розвитку, зумовлені вродженими чи набутими розладами, називають *особливостями психофізичного розвитку*. Комплексний процес забезпечення рівного доступу до якісної освіти особам з особливостями психофізичного розвитку шляхом організації їх навчання у загальноосвітніх навчальних закладах із застосуванням особистісно-орієнтованих методів навчання, з урахуванням індивідуальних особливостей навчально-пізнавальної діяльності таких осіб та належним медико-соціальним, психолого-педагогічним та організаційно-технологічним супроводом, в умовах масових загальноосвітніх закладів за місцем проживання, називається ***інклюзивним навчанням***.

Традиційно супровід процесів навчання осіб з особливими потребами здійснюється за технологічним, педагогічним, психологічним, медико-реабілітаційним, спортивним та соціальним напрямами. Розроблення та впровадження сучасного комплексного інформаційно-технологічного супроводу всіх етапів інклюзивного навчання, який ураховує національну специфіку такого процесу, сприяє повнішому та якіснішому доступу до освіти та соціальній інтеграції осіб з особливими потребами. Цим питанням присвячено роботи закордонних фахівців: особливості моделювання систем допоміжних технологій викладено у роботах М. Херш; дослідження питань розроблення рекомендаційних систем персонального е-навчання відображене у роботах А. Істенік Старсік та Р. Дж. Паркса; дослідження Дж. Бейкера та К. Ромеро стосуються видобування знань з освітніх даних з метою кластеризації та виявлення взаємозв'язків; у напрацюваннях Дж. Луана, Дж. Мостова досліджено підбір навчальної технології відповідно до індивідуальних особливостей учня. Втім, невіддільною характерною ознакою моделювання процесів інклюзивного навчання є необхідність враховувати специфіку національної політики у сфері освіти осіб з особливими потребами.

Напрацювання закордонних дослідників практично неможливо цілісно застосовувати до вітчизняних освітніх реалій. У роботах Ю.В. Нікольського розроблено модель процесу аналізу великих масивів даних, Т.О. Дмитренко застосовує теорію графів для розв'язування задач оптимізації навчального плану, М.В. Давидовим розроблено математичне забезпечення системи ідентифікації елементів української жестової мови. Фахівці навчальних закладів створюють проблемно-орієнтоване програмне забезпечення для вивчення окремих навчальних дисциплін; розроблено ряд комп'ютерних технологій доступу до освітніх інформаційних ресурсів особам з особливими потребами; на базі сучасних інформаційних технологій активно розробляють системи дистанційного навчання осіб з особливими потребами. Проте, такий супровід інклюзивного навчання сучасними інформаційними технологіями має, зазвичай, несистемний характер, інформаційні, комунікаційні та програмні інструменти між собою слабо пов'язані. Необхідність покращення підтримки процесів навчання осіб з особливими потребами шляхом розроблення методів та засобів математичного та програмного забезпечення як підґрунтя для створення

комплексної програмної системи інформаційно-технологічного супроводу інклюзивного навчання визначає актуальність цього наукового дослідження.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана на кафедрі інформаційних систем та мереж Національного університету «Львівська політехніка» в межах планових комплексних наукових досліджень за науково-дослідними темами: «Інформаційно-технологічна підтримка освітніх процесів, зорієнтованих на людей з особливими потребами» (держ. реєстр. № 0116U007752), «Науково-освітнє соціокомунікаційне середовище великого міста: моделювання, прототипування, інформаційні технології» (держ. реєстр. № 0116U006723), «Розроблення методів забезпечення конкурентоздатності радіоелектронної апаратури шляхом комплексної оптимізації процесів виробництва за критеріями якості та раціонального використання ресурсів» (держ. реєстр. № 0110U001112), «Комплексна оптимізація процесів виготовлення радіоелектронної апаратури за критеріями якості та раціонального використання ресурсів» (держ. реєстр. № 0113U003199), в яких здобувач була виконавцем окремих етапів науково-дослідних робіт.

Мета і задачі дослідження. Метою дослідження є розроблення методів та засобів математичного та програмного забезпечення для удосконалення інформаційно-технологічної підтримки та супроводу навчання осіб з особливими потребами.

Для досягнення поставленої мети дослідження було розв'язано такі задачі:

- аналіз специфіки процесу навчання осіб з особливими потребами, аналіз забезпеченості інклюзивного навчання інформаційними технологіями;
- розроблення моделі процесу інклюзивного навчання осіб з особливими потребами, яка вповні охоплює усі етапи інклюзивного навчання;
- розроблення моделі інформаційно-технологічного супроводу інклюзивного навчання та визначення функцій програмного забезпечення такого супроводу;
- розроблення методу встановлення формату навчання особи з особливими потребами на основі опрацювання результатів психофізичного діагностування особи;
- розроблення системи оцінювання ефектів від упровадження програмної системи інформаційно-технологічного супроводу інклюзивного навчання;
- розроблення архітектури програмної системи інформаційно-технологічного супроводу інклюзивного навчання, алгоритмів та програмних засобів реалізації інформаційно-технологічного супроводу окремих його етапів.

Об'єктом дослідження є процес інформаційно-технологічного супроводу інклюзивного навчання осіб з особливими потребами.

Предметом дослідження є методи та засоби програмного і математичного забезпечення інформаційно-технологічного супроводу інклюзивного навчання.

Методи дослідження. У ході вирішення обґрунтованих задач для моделювання процесу інклюзивного навчання використано математичний апарат теорії множин, формальних мов та мереж Петрі. Для моделювання процесу інформаційно-технологічного супроводу інклюзивного навчання, представлення організаційних процесів та варіантів використання для окремих етапів інформаційно-технологічного супроводу інклюзивного навчання застосовано уніфіковану мову моделювання UML. Для моделювання процесів формування комплексної оцінки психофізичного розвитку особи, а також процесу накопичення результатів інклюзивного навчання використано апарат реляційних баз даних та сховищ даних. Для моделювання комплексної оцінки

психофізичного розвитку особи та реалізованої траєкторії інклюзивного навчання використано методи інтелектуального аналізу даних та модель процесу аналізу даних із невизначеністю та надлишковістю. Для моделювання персоналізованої навчальної траєкторії застосовано технологію багатовимірного аналізу даних та метод контент-аналізу. Метод експертних оцінок та когнітивного моделювання використано для розроблення системи оцінювання ефектів запровадження програмної системи інформаційно-технологічного супроводу інклюзивного навчання. Для проектування програмних засобів інформаційно-технологічного супроводу інклюзивного навчання використано UML та архітектурний шаблон MVC.

Наукова новизна одержаних результатів. У дисертаційній роботі розв'язане важливе наукове завдання розроблення математичного та програмного забезпечення процесу інформаційно-технологічного супроводу інклюзивного навчання. При цьому отримано такі наукові результати:

• *уперше* розроблено математичну модель процесу інклюзивного навчання, яка, спираючись на встановлені характеристики такого процесу та національну специфіку навчання осіб з особливими потребами, формально специфікує процес інклюзивного навчання та, на відміну від існуючих, передбачає систематичне залучення фахівців психолого-медико-педагогічних консультацій до процесу інклюзивного навчання;

• *уперше* розроблено модель інформаційно-технологічного супроводу інклюзивного навчання, яка ґрунтується на математичній моделі такого процесу і, на відміну від подібних, передбачає комплексне застосування інформаційних технологій на кожному з етапів інклюзивного навчання, що дало можливість сформувати вимоги до архітектури програмної системи інформаційно-технологічного супроводу такого навчання;

• *уперше* розроблено метод встановлення формату навчання особи з особливими потребами на основі аналізу комплексної оцінки психофізичного розвитку, який, на відміну від існуючих, враховує особливості результатів діагностування особи в психолого-медико-педагогічній консультації, що дало змогу спроектувати програмну систему інформаційно-технологічного супроводу інклюзивного навчання;

• *уперше* розроблено архітектуру програмної системи інформаційно-технологічного супроводу інклюзивного навчання, яка відповідає вимогам до програмного забезпечення для підтримки такого процесу та, на відміну від подібних, супроводжує усі етапи інклюзивного навчання та дає змогу покращити інформаційно-технологічну підтримку навчання осіб з особливими потребами в умовах інклюзії.

Практичне значення одержаних результатів полягає у вдосконаленні інформаційно-технологічного супроводу окремих етапів інклюзивного навчання із урахуванням національної специфіки навчання осіб з особливими потребами. Зокрема, практично цінними результатами є:

• розроблений алгоритм аналізу корпусу текстів інклюзивного навчання, який, на відміну від існуючих, враховує особливості текстових, аудіо- та відеодокументів, що дає змогу досліджувати та враховувати психологічні особливості інклюзивних учнів при проектуванні персоналізованої траєкторії навчання як складової програмної системи інформаційно-технологічного супроводу інклюзивного навчання;

• розроблена система формалізованих критеріїв оцінювання ефектів від впровадження програмної системи інформаційно-технологічної підтримки інклюзивного навчання для врахуванням впливу інформаційних технологій супроводу кожного етапу інклюзивного навчання на загальний ефект впровадження системи;

• розроблене програмне забезпечення системи інформаційно-технологічного супроводу окремих етапів інклюзивного навчання, функціональність та корисність якого ґрунтується на запропонованих у роботі методах та алгоритмах.

Результати дисертаційних досліджень впроваджені та використовуються у роботі Науково-дослідної лабораторії інтелектуальної власності та трансферу технологій Закарпатського інституту післядипломної педагогічної освіти, навчальній та науково-методичній роботі кафедри вищої математики та інформатики Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки, навчальній роботі кафедри інформаційних систем і технологій інституту фізики, математики, економіки та інноваційних технологій Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка, роботі кафедри інформаційних технологій та аналітики Карпатського університету імені Августина Волошина, роботі кафедри інформатики та прикладної математики Рівненського державного гуманітарного університету, що підтверджене відповідними актами.

Результати дисертаційного дослідження використано в ході виконання науково-дослідних робіт за темою «Розроблення методів забезпечення конкурентоздатності радіоелектронної апаратури шляхом комплексної оптимізації процесів виробництва за критеріями якості та раціонального використання ресурсів» (держ. реєстр. № 0110U001112), «Науково-освітнє соціокомунікаційне середовище великого міста: моделювання, прототипування, інформаційні технології» (держ. реєстр. № 0116U006723), «Комплексна оптимізація процесів виготовлення радіоелектронної апаратури за критеріями якості та раціонального використання ресурсів» (держ. реєстр. № 0113U003199), «Інформаційно-технологічна підтримка освітніх процесів, зорієнтованих на людей з особливими потребами» (держ. реєстр. № 0116U007752), що підтверджене відповідним актом.

Окремі результати дисертаційного дослідження використовуються у Національному університеті «Львівська політехніка» як навчально-методичне забезпечення під час виконання студентами курсових робіт, кваліфікаційних бакалаврських та магістерських робіт, а також під час викладання дисциплін «Методи та засоби інженерії даних та знань», «Інтелектуальні технології аналітико-синтетичного опрацювання інформації», «Методи прийняття рішень в активних середовищах», «Інноваційні інформаційні технології», «Розподілені системи баз даних та знань», «Методи та засоби квантитативної лінгвістики», «Методи та засоби комбінаторної лінгвістики», «Штучний інтелект в ігрових застосуваннях».

Особистий внесок здобувача. Усі наукові результати дисертаційної роботи отримані автором самостійно. У друкованих працях, опублікованих у співавторстві, внесок здобувача наступний: [1, 31] – аналіз можливостей апарату мереж Петрі та його застосування для моделювання паралелізмів у процесі інклюзивного навчання; [16, 28] – моделювання процесу інформаційно-технологічного супроводу інклюзивного навчання; [2, 7, 15, 29] – розроблення моделі аналізу даних психофізичного діагностування особи у ПМПК; [4] – аналіз проблеми відсутніх даних у результатах психологічного діагностування; [5, 9, 11, 18, 32, 38] – аналіз можливостей апарату породжувальних граматик та його застосування для моделювання особливостей розв’язування завдань у процесі інклюзивного навчання; [6] – моделювання процесу навчання в умовах інклюзії з допомогою апарату впорядкованих множин; [8] – аналіз забезпеченості освітнього процесу осіб з особливими потребами інформаційними та

комунікаційними технологіями; [10] – аналіз результатів психологічного діагностування із використанням технології наближених множин; [13, 22, 27] – аналіз результатів роботи програмного комплексу, який реалізує алгоритм аналізу області значень за критеріями за умови варіації імовірнісних показників моделі та фіксованих значеннях параметрів попереднього кроку; [14, 17] – аналіз результатів роботи програмного комплексу, який реалізує алгоритм багатокритеріального аналізу даних для варіації імовірнісних показників моделі; [19] – аналіз особливостей реалізації етапів інтелектуального аналізу даних для різних предметних областей; [20] – моделювання процесу формування предметної області для аналізу даних етапів інклюзивного навчання; [21, 33] – моделювання контент-аналізу корпусу текстів інклюзивного навчання; [23, 37] – аналіз особливостей проектування та структура програмного комплексу інформаційно-технологічного супроводу особистісно-орієнтованого навчання; [26, 30] – аналіз вимог до системи інформаційно-технологічного супроводу навчання осіб з особливими потребами. А також розроблення програмної реалізація методів оптимізації технологічного процесу та участь у створенні комп'ютерної програми «Автоматизована система моделювання, дослідження та оптимізації виробничо-технологічних процесів ОПТАН-ГК» [39]; участь у створенні комп'ютерної програми «Автоматизована система моделювання, дослідження та оптимізації виробничо-технологічних процесів ОПТАН-ВП» [40].

Апробація результатів дисертації. Основні наукові та практичні результати роботи оприлюднено та обговорено на міжнародних наукових та науково-практичних конференціях, зокрема: Міжнар. наук. конф. «Комп'ютерні науки та інформаційні технології» CSIT (Львів, 2009, 2010, 2014, 2015); Міжнар. наук. конф. «Інтелектуальні системи прийняття рішень і проблеми обчислювального інтелекту» ISDMCI (Євпаторія, 2007, 2010-2012; Залізний Порт, 2015); Міжнар. наук.-практ. конф. «Інтернет-Освіта-Наука» (Вінниця, 2014); Міжнар. конф. «Сучасні проблеми радіоелектроніки, телекомунікацій та комп'ютерної інженерії» TCSET (Львів-Славське, 2012); Міжнар. наук.-практ. конф. «Україна–Цивілізація. Історичні та духовні чинники консолідації української держави, нації та суспільства» (Ужгород, 2015); Наук.-практ. конф. «Інноваційні комп'ютерні технології у вищій школі» (Львів, 2014, 2016); Міжнар. наук. конф. «Сучасні проблеми математичного моделювання та обчислювальних методів» (Рівне, 2015), Міжнар. наук.-практ. конф. MicroCAD (Харків, 2016); Міжнар. наук.-практ. конф. «Теоретичні та прикладні аспекти побудови програмних систем» TAAPSD (Київ, 2016); Міжнар. наук.-практ. конф. «Інформаційні технології та взаємодії» IT&I (Київ, 2016).

Публікації. За результатами дисертаційних досліджень опубліковано 40 наукових праць, в тому числі 2 статті у наукових періодичних виданнях інших держав [2, 7], проіндексованих у міжнародних наукометричних базах даних Scopus та Index Copernicus, 17 статей у наукових фахових виданнях України, що входять до переліку, затвердженого МОН України [1, 3-6, 8-19]; 19 публікацій у збірниках наукових конференцій [20-38], із них 2 публікації у виданнях, проіндексованих у міжнародній наукометричній базі даних Scopus [22, 27], 2 свідоцтва про реєстрацію авторського права на програмний продукт [39, 40].

Структура й обсяг дисертації. Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел із 170 найменувань та трьох додатків. Загальний обсяг дисертації становить 190 сторінок, у тому числі основного тексту 137 сторінок. Дисертація містить 25 таблиць і 54 рисунки.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність дисертаційного дослідження, показано зв'язок роботи з науковими програмами, планами і темами, визначено мету та задачі дослідження, розглянуто предмет та об'єкт дослідження, наведено перелік методів дослідження, які застосовувались для досягнення сформульованої мети роботи. Сформульовано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, особистий внесок здобувача у їх отриманні. Подано відомості про апробацію та публікації результатів дисертаційного дослідження.

У **першому** розділі проаналізовано публікації, у яких висвітлюються результати наукових досліджень інформаційно-технологічного супроводу освіти осіб з особливими потребами, обґрунтовано актуальність наукового завдання розроблення методів і засобів математичного та програмного забезпечення інформаційно-технологічного супроводу інклюзивного навчання.

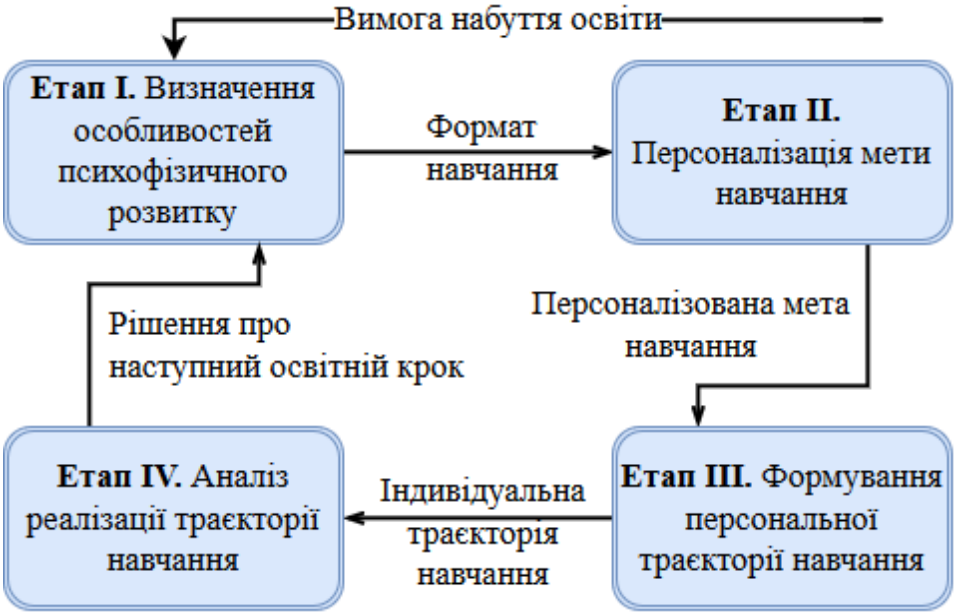

Рис.1. Етапи процесу інклюзивного навчання

Процес інклюзивного навчання є складним, багатокроковим, ітеративним процесом, який враховує велику кількість специфічних параметрів та передумов, і укрупнено складається з чотирьох послідовних етапів: визначення особливостей психофізичного розвитку; персоналізація мети навчання; формування персональної траєкторії навчання; аналізу реалізації траєкторії навчання (рис. 1). Реалізація кожного етапу полягає у послідовному виконанні певних завдань, які стосуються організації та підтримки навчання осіб з особливими потребами.

В дисертаційній роботі використовується ряд специфічних термінів та означень. *Інформаційно-технологічний (ІТ) супровід інклюзивного навчання* – система взаємопов'язаних інформаційний технологій, призначена для зниження трудомісткості завдань з організації та моніторингу процесів інклюзивного навчання. *Комплексна оцінка психофізичного розвитку особи* – результати діагностування особи з особливими потребами фахівцями психолого-медико-педагогічної консультації (ПМПК), перенесені у сховище даних для подальшого збереження та аналізу. *Індивідуальний навчальний план* (ІНП) – персоналізований план інклюзивного навчання особи з певної навчальної дисципліни, який містить корекційну складову. *Траєкторія навчання особи* – персональна адаптивна програма розвитку особи з особливими потребами, що поєднує індивідуальні навчальні плани за предметами та враховує особливості психофізичного розвитку особи, її потреби, можливості, схильності, а також містить результати такого навчання.

Основними групами інформаційних технологій супроводу навчання осіб з особливими потребами є технології загального призначення, спеціального призначення, технології комунікаційного супроводу та інформаційно-технологічні засоби доступу. Задамо формально множину технологій інформаційного супроводу навчання осіб з особливими потребами $Tech = Tech_1 \cup Tech_2 \cup Tech_3 \cup Tech_4$. Тут $Tech_1$ – множина загальних допоміжних інформаційних технологій (інтернет-системи управління навчанням та мультимедійні навчальні середовища, технології масової школи, застосовні для навчання осіб з особливими потребами, застосунки для мобільних приладів, довідкові онлайн-ресурси); $Tech_2$ – множина допоміжних інформаційних технологій спеціального призначення, (тематичні та професійні тематичні матеріали для груп осіб за нозологіями, тематичні матеріали національною мовою жестів); $Tech_3$ – множина технологій комунікаційного супроводу (засоби вивчення національної мови жестів, альтернативні комунікаційні системи); $Tech_4$ – множина засобів доступу (програмні засоби зчитування та інтерпретації інформації з екрану, нотатники та дисплеї, що працюють зі шрифтом Брайля, принтери шрифтом Брайля, засоби доступу для фізично неповносправних, включаючи маніпулятори введення даних, транслятори тексту в мовлення, транслятори мови у текст, засоби запису та субтитрування для людей з вадами слуху). Класифікація реалізованих інформаційних технологій, що використовують в інклюзивному навчанні за його етапами, подана у табл. 1, причому «+» вказує на існування відповідної технології.

Таблиця 1.

Класифікація реалізованих засобів ІТ супроводу інклюзивного навчання

Етап ІН	Елементи $Tech_i$	Країна														
		Великобр.	Німеччина	Ірландія	Австрія	Литва	Австралія	Італія	Греція	Словенія	Словаччина	Естонія	Корея	Фінляндія	Польща	**Україна**
I	$Tech_3$	+	+	+	+					+					+	
II	$Tech_3$	+	+	+	+					+					+	
	$Tech_4$	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
III	$Tech_1$	+	+	+	+	+	+					+	+	+	+	+
	$Tech_2$	+	+	+	+	+			+				+		+	+
	$Tech_3$	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	$Tech_4$	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
IV	$Tech_1$	+	+	+	+	+	+					+	+	+	+	+

На основі аналізу існуючих інформаційних технологій, розроблених для супроводу інклюзивного навчання, зроблено висновок про те, що інформаційно-технологічне забезпечення, доступне вітчизняним фахівцям, не вповні охоплює усі етапи такого навчання, до певної міри є клаптиковим та несистемним. Отже, актуальним науковим завданням є розроблення методів та засобів математичного та програмного забезпечення інформаційно-технологічного супроводу інклюзивного навчання, яке б системно охоплювало усі етапи інклюзивного навчання, даючи змогу удосконалювати процеси супроводу навчання осіб з особливими потребами.

Другий розділ присвячено розробленню моделі інклюзивного навчання та розробленню на її основі моделі процесу інформаційно-технологічного супроводу такого навчання.

Формально множину навчальних завдань інклюзивного навчання (ІН) зі вказаним порядком їх виконання зручно подати у формі відповідної частково упорядкованої множини із заданим відношенням нестрогого порядку. Елементи частково впорядкованої множини та відношення на ній доцільно задавати поетапно, для цього множину M розбито на п’ять непорожніх, попарно неперетинних підмножин M_0, …, M_4, так, щоб $M=M_1 \cup M_2 \cup M_3 \cup M_4 \cup M_0$. Підмножини M_1, M_2, M_3, та M_4 асоційовані з етапами інклюзивного навчання, M_0 містить службові елементи.

Аналіз складових кожного з етапів інклюзивного навчання виявив, що, крім задання умов слідування виконання навчальних завдань, для більш адекватного формального відображення інклюзивного навчання необхідно враховувати також контекст, в якому задаватимуться такі умови. Для формального подання такої особливості інклюзивного навчання було використано нотацію формальних граматик, що дало змогу послідовно визначати одні категорії через інші, а можливість врахування контексту допускає адекватне відображення та реалізацію специфічних залежностей, що виникають в інклюзивному навчанні.

Розглянуто контекстно залежну граматику $G=(V, T, P, S)$, де V – скінченна непорожня множина (алфавіт), T – підмножина алфавіту (термінали), $T=\cup T_i,\ i=\overline{1,4}$, $T_i=\{t_j^i\},\ j=\overline{1,k_i},\ k_i=|T_i|$; P – скінченна множина, $P=\cup P_i, i=\overline{0,4}$, $P_i=\{p_j^i\}, i=\overline{1,4}$, $j=\overline{1,s_i}$, $s_i=|P_i|$, $P_0=\{p^i\},\ i=\overline{1,4}$; S – початковий символ, $S=n^0$. Для зручного подання специфічних залежностей інклюзивного навчання, у алфавіті V виділено підмножину нетермінальних символів $N=V\backslash T$. Тоді $N=\cup N_i,\ i=\overline{0,4}$, $N_i=\{n_j^i\},\ i=\overline{1,4}$, $j=\overline{1,z_i}$, $z_i=|N_i|$, $N_0=\{n^i,\ i=\overline{0,4}\}$. До нетермінальних символів N належать перетворення, які відбуваються у навчальних процесах, а термінали T складають сталі чинники, результати перетворень. Множину продукцій P задано формально як залежності, які формуються у процесі інклюзивного навчання.

Характерною ознакою інклюзивного навчання, окрім строгої послідовності вирішення навчальних завдань, є також необхідність паралельної реалізації окремих таких завдань в межах означених етапів інклюзивного навчання. Для формального подання таких вимог було застосовано апарат мереж Петрі, що дало змогу відображати причинно-наслідкові зв’язки та наочно подати паралельні явища у процесі інклюзивного навчання.

Мережа Петрі $C=(P, T, I, O)$ моделює процес інклюзивного навчання (на рис. 2), де множина позицій $P=\{p_0, p_2, \ldots, p_{22}\}$, множина переходів $T=\{t_1, t_2, \ldots, t_{13}\}$; початкове маркування μ_0 – одна фішка у позиції p_0.

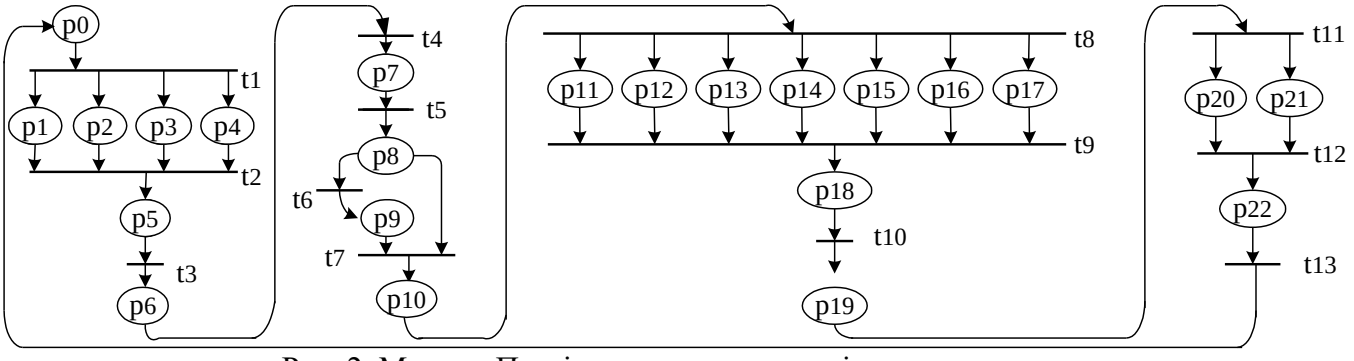

Рис. 2. Мережа Петрі як модель процесу інклюзивного навчання

$I(t_1)=\{p_0\}$; $I(t_2)=\{p_1, p_2, p_3, p_4\}$; $I(t_3)=\{p_5\}$; $I(t_4)=\{p_6\}$; $I(t_5)=\{p_7\}$; $I(t_6)=\{p_8\}$; $I(t_7)=\{p_8, p_9\}$; $I(t_8)=\{p_{10}\}$; $I(t_9)=\{p_{11}, p_{12}, p_{13}, p_{14}, p_{15}, p_{16}, p_{17}\}$; $I(t_{10})=\{p_{18}\}$; $I(t_{11})=\{p_{19}\}$; $I(t_{12})=\{p_{20}, p_{21}\}$; $I(t_{13})=\{p_{22}\}$;

$O(t_1)=\{p_1, p_2, p_3, p_4\}$; $O(t_2)=\{p_5\}$; $O(t_3)=\{p_6\}$; $O(t_4)=\{p_7\}$; $O(t_5)=\{p_8\}$; $O(t_6)=\{p_9\}$; $O(t_7)=\{p_{10}\}$; $O(t_8)=\{p_{11}, p_{12}, p_{13}, p_{14}, p_{15}, p_{16}, p_{17}\}$; $O(t_9)=\{p_{18}\}$; $O(t_{10})=\{p_{19}\}$; $O(t_{11})=\{p_{20}, p_{21}\}$; $O(t_{12})=\{p_{22}\}$; $O(t_{13})=\{p_0\}$.

Переходи в поданій мережі Петрі за своїм змістом є подіями та інтерпретуються як процеси: перехід t_1 – формування ідентифікаційних даних, t_2 – проведення комплексного оцінювання психофізичного розвитку (ОПР) особи, t_3 – встановлення ОПР, t_4 – визначення рівня компетентностей, t_5 – визначення змісту навчання, t_6 – визначення корекційної складової ІН, t_7 – узгодження мети навчання, t_8 – формування складових індивідуального навчального плану (ІНП), t_9 – узгодження складових ІНП, t_{10} – реалізації ІНП, t_{11} – інтерпретації результатів реалізації ІНП, t_{12} – аналізу освітньої траєкторії, t_{13} – прийняття рішень за результатами реалізації ІНП.

Позиції в поданій мережі Петрі за своїм змістом є умовами настання подій: позиція p_0 інтерпретується як вимога особи щодо набуття освіти, p_1 – це накопичені реєстраційні дані, p_2 – результати діагностування в ПМПК, p_3 – результати опитування батьків особи, p_4 – результати опитування особи, p_5 – комплексна оцінка психофізичного розвитку особи, p_6 – формат навчання, p_7 – встановлені компетентності, p_8 – зміст навчання особи з ОПР, p_9 – корекційна складова ІН, p_{10} – персоналізована мета навчання, p_{11} – навчально-методичне забезпечення ІН, p_{12} – матеріально-технічне забезпечення ІН, p_{13} – кадрове забезпечення ІН, p_{14} – заклади інклюзивного навчання, p_{15} – заклади додаткової освіти, p_{16} – організаційно-правове забезпечення ІН, p_{17} – допомога батьків, p_{18} – ІНП особи, p_{19} – результати реалізації ІНП особи, p_{20} – оцінка навчальних досягнень особи, p_{21} – оцінка розвитку соціальних компетенцій, p_{22} – оцінка результатів реалізації ІНП особи. Події в процесі інклюзивного навчання полягають у вирішенні навчальних завдань, наслідки реалізації яких є умовами настання наступних подій. Послідовність вирішення таких завдань відображається спрацьовуванням переходів мережі Петрі. Узгодження правил спрацювання переходів є способом вираження причинно-наслідкових зв’язків між умовами і подіями в процесі інклюзивного навчання.

Оригінальність розробленої моделі інклюзивного навчання полягає у системному комплексному відображенні функціональних та структурних характеристик досліджуваного процесу. Модель поєднує в єдиній цілісній системі усі етапи інклюзивного навчання з урахуванням його вітчизняної специфіки.

Модель процесу інформаційно-технологічного супроводу інклюзивного навчання розроблено як абстрактний дискретний автомат, модель охоплює усі етапи такого процесу та дає можливість сформувати вимоги до архітектури програмної системи. Для візуалізації моделі використано універсальну мову моделювання UML (рис. 3).

У **третьому розділі** розроблено метод встановлення формату навчання особи з особливими потребами на основі опрацювання результатів психофізичного діагностування особи. Метод складається з наступних кроків (діаграму діяльності процесу подано на рис. 4):

Крок 1. Накопичити та консолідувати результати психофізичного діагностування особи фахівцями ПМПК та зовнішніми фахівцями.

Крок 2. Отримати тестову множину даних зі сховища комплексних оцінок психофізичного розвитку особи, попередньо опрацювати дані: анонімізувати, форматувати, структурувати та уніфікувати, опрацювати неповноту, дискретизувати.

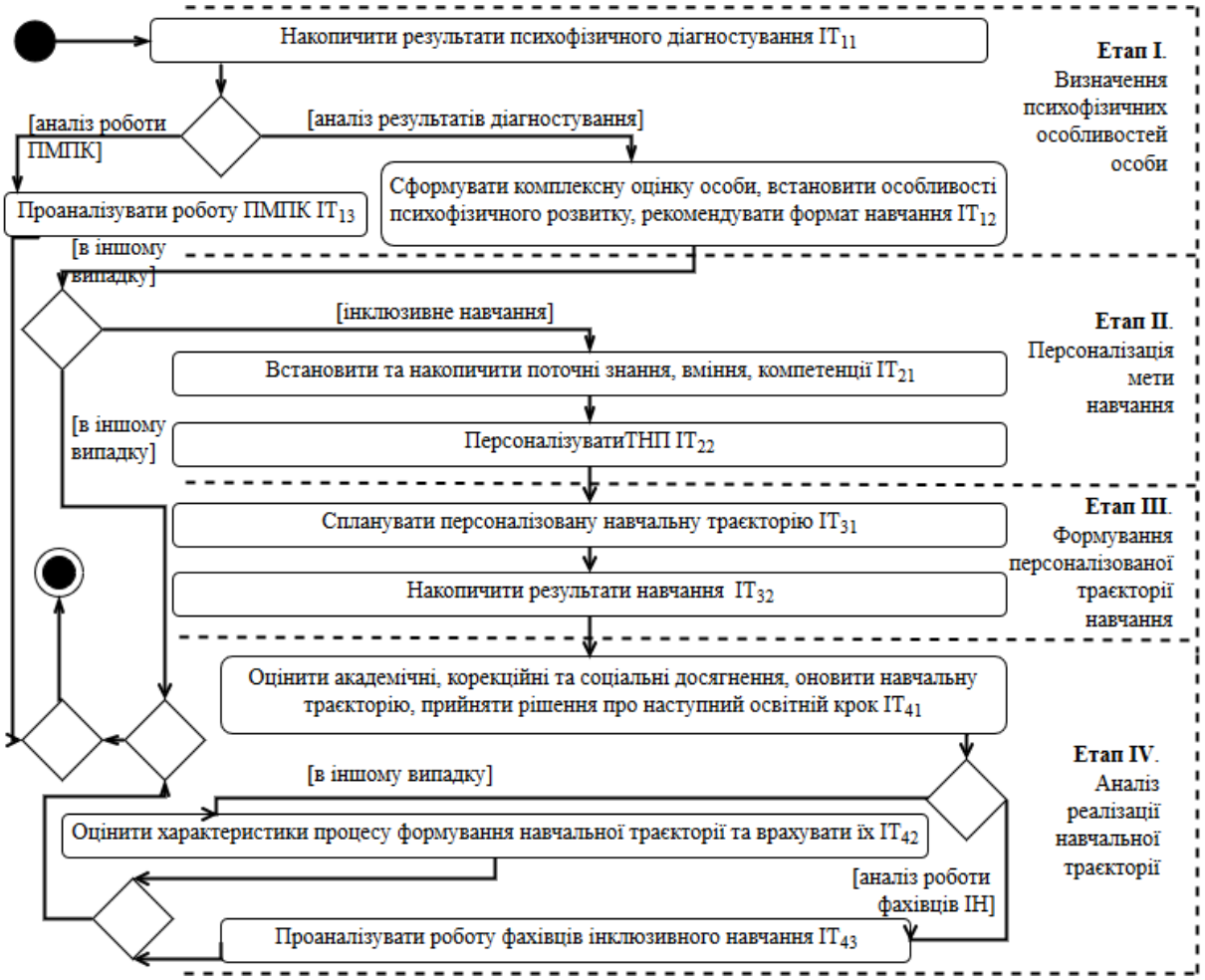

Рис. 3. Діаграма діяльності процесу ІТ супроводу інклюзивного навчання

Крок 3. Обрати множину атрибутів прийняття рішення, застосувати методи інтелектуального аналізу до попередньо опрацьованих тестових даних.

Крок 4. Оцінити та інтерпретувати отримані результати, встановити міру приналежності консолідованих результатів психофізичного діагностування особи встановленій множині атрибутів прийняття рішення.

Крок 5. Встановити множину найкращих форматів навчання на основі встановленої одиниці нозології.

Крок 6. Внести у сховище даних сформовану комплексну оцінку особливостей психофізичного розвитку особи з обраним форматом навчання.

Для комплексного дослідження функціонування ПМПК використано багатовимірний аналіз даних (діаграма діяльності процесу на рис. 5). Операція зрізу у сформованому гіперкубі даних дає можливість вирішувати основні аналітичні задачі для подальшого аналізу даних: отримання інформації про роботу фахівців ПМПК (фіксування виміру «Логопед ПМПК» та підсумування за виміром «Дата» – для аналізу завантаженості логопедів за певний період), дослідження повноти наданих послуг.

Текстовим (мовленнєвим) документом, сформованим за результатами інклюзивного навчання, є повідомлення довільного об’єму та довільної тематики, писане чи друковане особою з особливими потребами (відео- чи звукозапис спілкування) на будь-якому з етапів інклюзивного навчання. Множина таких документів утворює корпус текстів інклюзивного навчання. Для покращення процесу формування персоналізованої навчальної траєкторії шляхом дослідження корпусу текстів інклюзивного навчання використано метод контент-аналізу, заданий діаграмою діяльності на рис. 6.

Рис. 4. Діаграма діяльності процесу встановлення формату навчання особи

Рис. 5. Діаграма діяльності процесу аналізу роботи ПМПК

У **четвертому** розділі подано архітектуру спроектованої програмної системи інформаційно-технологічного супроводу інклюзивного навчання, подано опис програмної реалізації супроводу окремих його етапів та розробленої системи ефектів впливу від впровадження програмної системи ІТ супроводу інклюзивного навчання.

У розробленій архітектурі програмної системи забезпечується охоплення інформаційними технологіями усіх етапів інклюзивного навчання, враховано вимоги його учасників, що уможливило реалізацію розроблених алгоритмів та методу встановлення формату навчання особи з особливими потребами на основі опрацювання результатів психофізичного діагностування.

Архітектура програмної системи відображена за допомогою архітектурного шаблону MVC (Model-View-Controller) (рис. 7). Користувачами програмної системи інформаційно-технологічного супроводу інклюзивного навчання, окрім учасників

інклюзивного навчання, є аналітики – фахівці аналізу даних, що використовують накопичувані у системі результати для виявлення нетривіальних залежностей у даних для потреб фахівців інклюзивного навчання та діяльності фахівців ПМПК.

Для етапу формування персоналізованої навчальної траєкторії розроблено алгоритмічні засоби, які реалізують інформаційну технологію супроводу процесів вибору додаткових навчальних заходів, рекомендованих особі з особливими потребами.

Архітектуру програмної системи розроблено з урахуванням наступних алгоритмів. Алгоритм багатокритеріального аналізу даних для варіації імовірнісних показників моделі (скорочено БАДВІП, рис. 8) програмно реалізовано у комп'ютерній програмі «Автоматизована система моделювання, дослідження та оптимізації виробничо-технологічних процесів ОПТАН-ГК» [39], розробленій для використання в ОС Windows 98 і вище (мінімальні системні вимоги для функціонування: процесор 450 МГц Intel Pentium або сумісний, оперативна пам'ять 128 кБ, дисковий простір 2МБ, розмір екрану дисплея 800x600 точок). Алгоритм аналізу області значень за критеріями за умови варіації імовірнісних показників моделі та фіксованих значеннях параметрів попереднього кроку та алгоритму аналізу впливу імовірнісних показників моделі на множину розв'язків за Парето програмно реалізовані у програмному комплексі «Автоматизована система моделювання, дослідження та оптимізації виробничо-технологічних процесів ОПТАН-ВП» [40].

Розроблення системи аналізу персоналізованої навчальної траєкторії на основі згаданих алгоритмів уможливлює дослідження компонентів індивідуальних навчальних планів для встановлення їх характеристик, персональних для кожного учня, що дає змогу вдосконалити процес формування навчальної траєкторії. На рис. 9 подано результати застосування алгоритму БАДВІП формування множини різнотипових контрольних заходів (у порівнянні з типовими планованими контрольними заходами) у процесі формування компонентів персоналізованої навчальної траєкторії. Об'єм контрольних заходів відповідного типу, регламентований Типовими навчальними планами, прийнято за одиницю, врахування результатів реалізації згаданого алгоритму дає змогу варіювати кількість, тип контрольних заходів, спираючись на персональні психологічні характеристики особи.

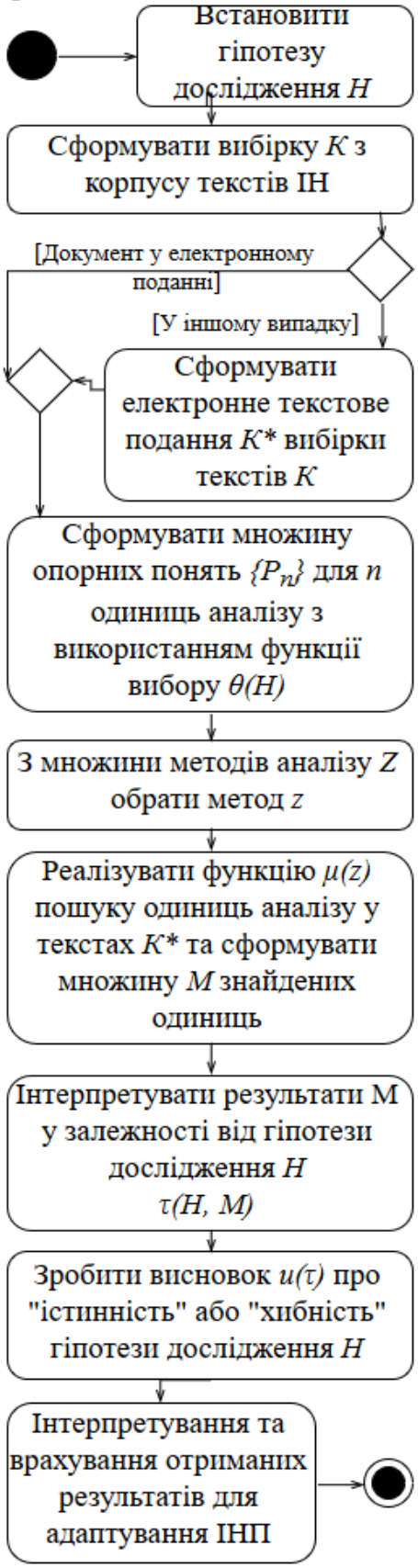

Рис.6. Діаграма діяльності контент-аналізу корпусу текстів інклюзивного навчання

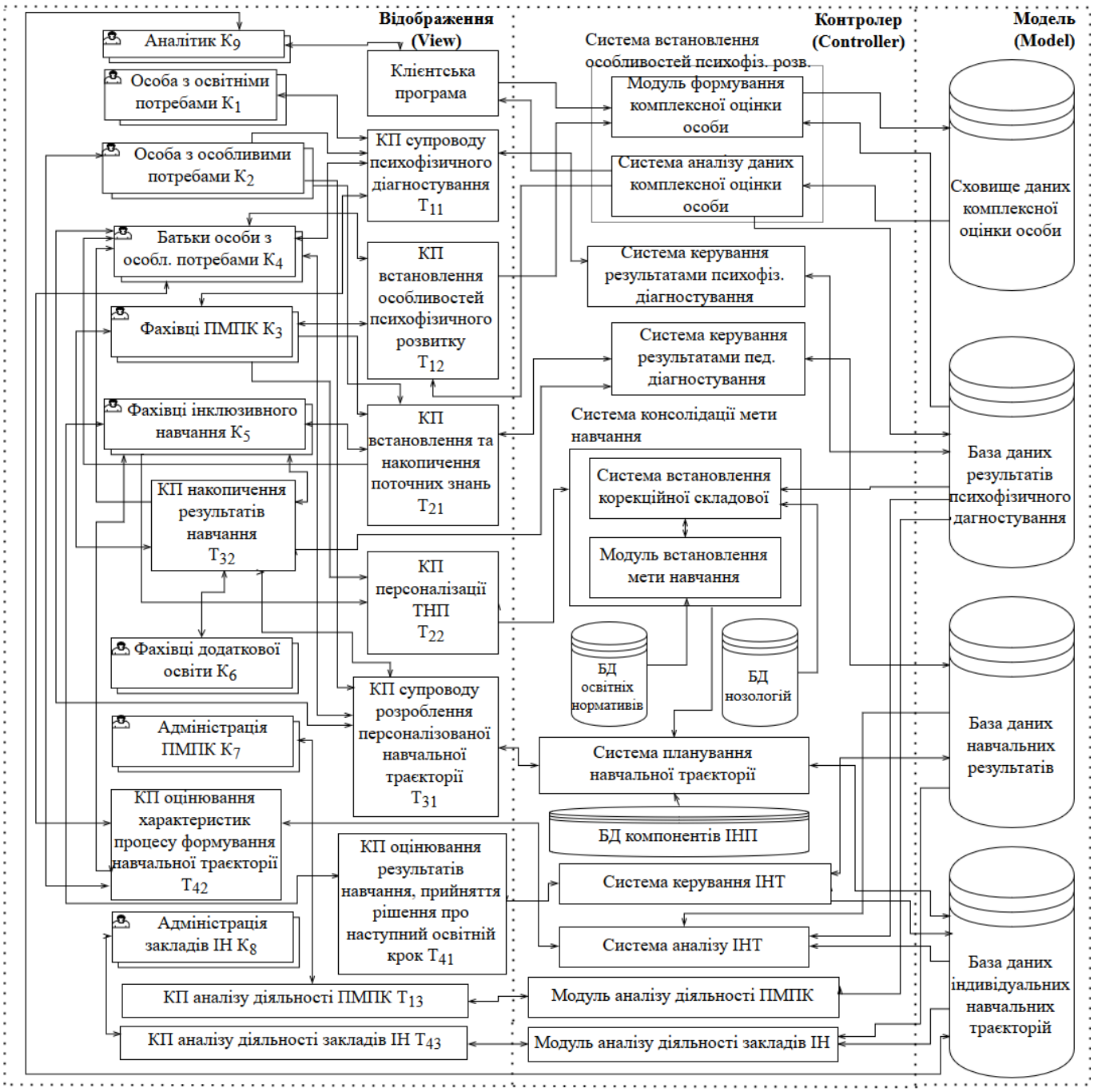

Рис. 7. Архітектура програмної системи ІТ супроводу інклюзивного навчання

На рис. 10 подано вікно програми з результатами застосування алгоритму аналізу області оптимальності за критеріями за умови варіації імовірнісних показників витрат ресурсів та фіксованих значеннях параметрів попереднього кроку, реалізованого для моделювання процесу аналізу ресурсних витрат (часу, залучення фахівців, використання інформаційних та комунікаційних технологій) на підготовку та проведення контрольних заходів різними методами у порівнянні із сумарною характеристикою їх ефективності з огляду на встановлені персональні характеристики особи.

На основі PEST-аналізу ІТ супроводу інклюзивного навчання сформовано систему оцінювання ефектів від впровадження такого супроводу. Для встановлення взаємозв'язків між ефектами та впливом на них упровадження ІТ супроводу ІН було використано SWOT-аналіз та експертні оцінки фахівців з царини інформаційних технологій і учасників інклюзивного навчання. Проведено когнітивне моделювання та серію обчислювальних експериментів із використанням імпульсного моделювання.

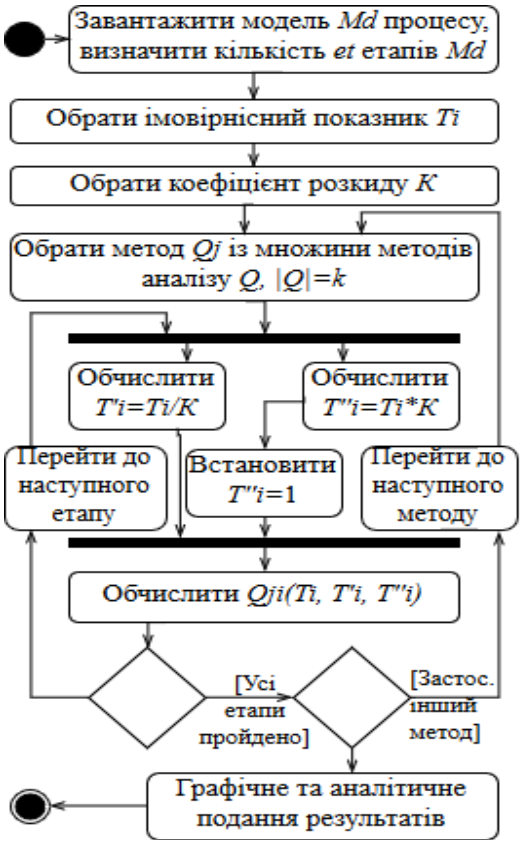

Рис. 8. Діаграма діяльності процесу аналізу даних (алгоритм БАДВІП)

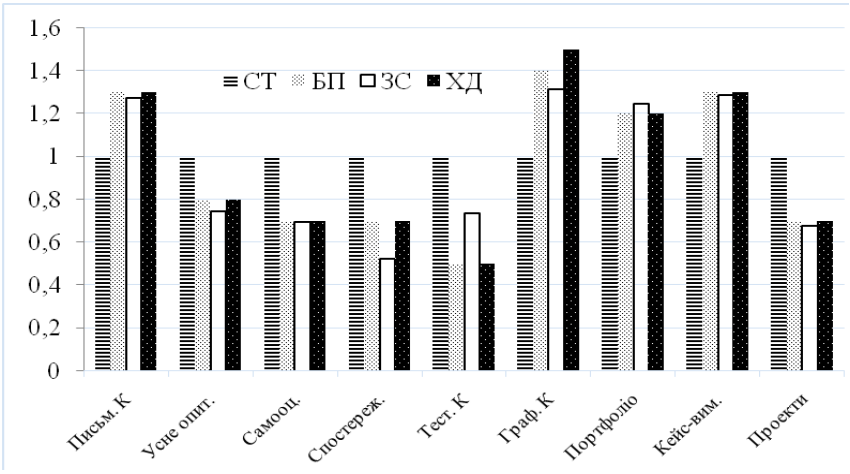

Рис. 9. Графічне подання результатів реалізації алгоритму БАДВІП

На рис. 11 подано результати імпульсного моделювання впливу на базові компоненти науково-технічного ефекту за сценарієм впровадження інформаційних технологій у роботу ПМПК. Концепти складових науково-технічного ефекту від впровадження системи ІТ супроводу ІН позначено так: x_1 – рівень інформатизації діяльності ПМПК та закладів ІН, x_2 – рівень впровадження інформацій-них та комунікаційних технологій ІН, x_3 – ефективність роботи адміністрації ПМПК та закладів ІН, x_5 – рівень аналітичного забезпечення у сфері управління закладами ІН.

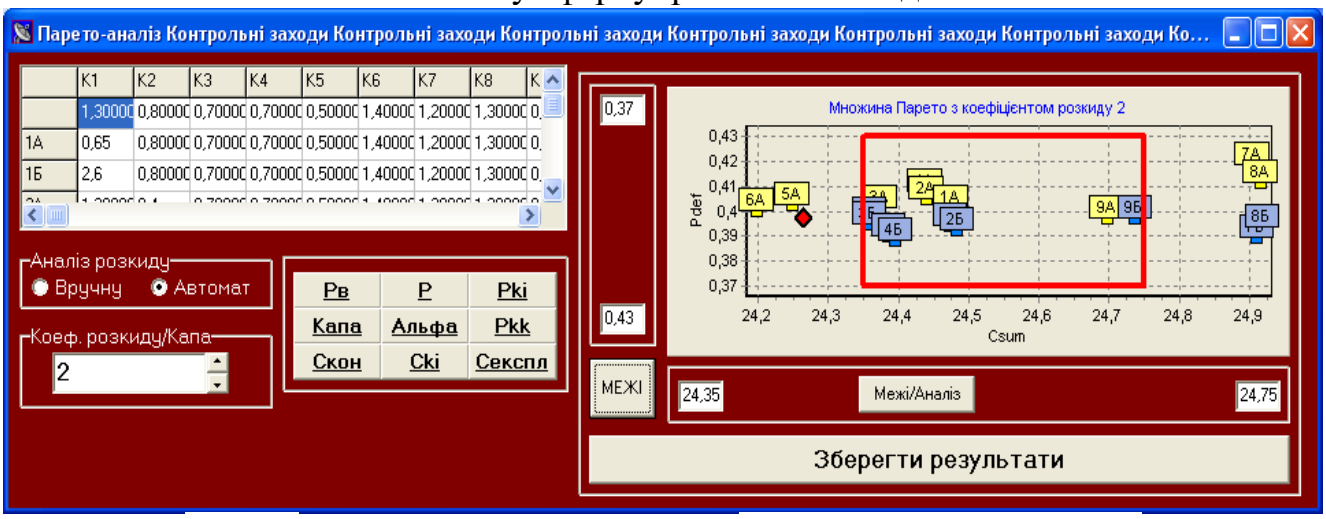

Рис. 10. Результати реалізації алгоритму дослідження області значень

Отримані результати уможливлюють оцінювання впливу застосування інформаційних технологій на ефекти від впровадження програмної системи супроводу інклюзивного навчання.

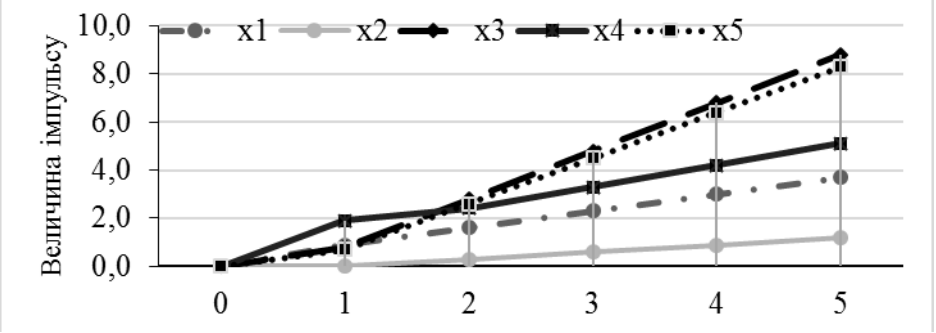

Рис. 11. Графічне подання результатів імпульсного моделювання

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ТА ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі розв’язано актуальне наукове завдання удосконалення інформаційно-технологічної підтримки процесів навчання осіб з особливими потребами шляхом розроблення математичного та програмного забезпечення інформаційно-технологічного супроводу інклюзивного навчання. Отримано наступні наукові та практичні результати.

1. Проаналізовано процес навчання осіб з особливими потребами в умовах інклюзії для виявлення специфіки етапів такого процесу, що дало змогу розробити модель інклюзивного навчання, яка враховує вимоги до послідовного та паралельного виконання навчальних завдань на кожному з його етапів. Така модель формально специфікує процес інклюзивного навчання, та, на відміну від існуючих, враховує процес діагностування особи у ПМПК одним із етапів інклюзивного навчання, що уможливлює повне охоплення усіх етапів інклюзивного навчання.

2. Проаналізовано специфіку забезпечення інклюзивного навчання інформаційними технологіями та рівень такого забезпечення, розроблено модель процесу його інформаційно-технологічного супроводу, яка, на відміну від подібних, враховує специфічні потреби учасників такого процесу, що дало змогу обґрунтувати вимоги до функцій програмного забезпечення ІТ супроводу навчання в умовах інклюзії та розробити архітектуру відповідної програмної системи.

3. Розроблено метод встановлення формату навчання особи з особливими потребами на основі аналізу даних, що накопичуються під час інклюзивного навчання, який, на відміну від існуючих, враховує особливості результатів психофізичного діагностування особи в ПМПК. Такий метод дає змогу досліджувати дані комплексної оцінки психофізичного розвитку особи засобами інтелектуального аналізу даних для встановлення доцільного формату її навчання. Засоби багатовимірного аналізу даних використано для аналізу роботи фахівців ПМПК та фахівців інклюзивного навчання. Розроблений алгоритм аналізу текстових, аудіо- та відеодокументів, накопичуваних у процесі інклюзивного навчання, уможливив урахування особливостей особи у процесі персоналізації її навчальної траєкторії. Розроблені методи та алгоритми використано у проектуванні програної системи ІТ супроводу інклюзивного навчання.

4. Розроблено систему оцінювання, яка забезпечує формалізування критеріїв оцінювання ефектів від впровадження програмної системи інформаційно-технологічного супроводу інклюзивного навчання на основі використання методу експертних оцінок та методології когнітивного моделювання для встановлення взаємозв’язків між інформаційними технологіями програмної системи супроводу інклюзивного навчання та множиною ефектів впровадження такої системи. Розроблена система, на відміну від подібних, дає можливість проаналізувати логіку взаємозв’язків та розвитку подій у випадку великої кількості взаємозалежних факторів впровадження інформаційно-технологічного супроводу інклюзивного навчання.

5. Розроблено архітектуру програмної системи інформаційно-технологічного супроводу інклюзивного навчання, яка, на відміну від подібних, враховує вимоги учасників інклюзивного навчання, дає змогу підтримувати інформаційними технологіями кожен з етапів інклюзивного навчання.

6. Створено програмні засоби інформаційно-технологічного супроводу окремих етапів інклюзивного навчання, які, на відміну від існуючих, уможливлюють

підтримку процесу формування персоналізованої навчальної траєкторії особам з особливими потребами в частині формування рекомендацій щодо додаткової навчальної діяльності з урахуванням встановлених психофізичних особливостей особи та місця її проживання і навчання.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Пасічник В. В. Моделювання паралелізму в освітніх процесах осіб з особливими потребами / Пасічник В. В., Шестакевич Т. В. // Вісн. Нац. техн. ун-ту «Харківський політехнічний інститут». Сер. : Інформатика та моделювання. – Х. : НТУ «ХПІ», 2015. – № 32 (1141). – С. 130-138.

2. Pasichnyk V. The model of data analysis of the psychophysiological survey results / Pasichnyk V., Shestakevych T. // Advances in Intelligent Systems and Computing. – During : Springer International Publisher, 2016. – Vol. 512. – P. 271-281.

3. Шестакевич Т. В. Інформаційно-технологічний супровід освітніх процесів для осіб з особливими потребами / Шестакевич Т. В. // Вісн. Нац. ун-ту «Львівська політехніка». – 2014. – №783 : Інформаційні системи та мережі. – С. 251-261.

4. Завалій Т. І. Інтелектуальний аналіз результатів психологічного тестування / Завалій Т. І., Нікольський Ю. В., Шестакевич Т. В. // Вісн. Нац. ун-ту «Львівська політехніка». – 2008. – №631 : Інформаційні системи та мережі. – С. 113-138.

5. Шестакевич Т. В. Застосування породжувальних граматик для генерування речень українською мовою / Т. В. Шестакевич, В. А. Висоцька // Східноєвропейський журнал передових технологій. – Х. , 2012. – № 3/2 (57). – С. 51-53.

6. Пасічник В. В. Структурне моделювання процесів інклюзивного навчання осіб з особливими потребами // Пасічник В. В., Шестакевич Т. В. // Вісн. Нац. ун-ту «Львівська політехніка». – 2014. – № 805 : Інформаційні системи та мережі. – С. 180-195.

7. Shestakevych T. The use of Petri Nets for inclusive education IT-support / T. Shestakevych, V. Pasichnyk // Econtechmod (Poland). – 2015. – Vol. 4, № 2. – P. 33- 38.

8. Пасічник В. В. Інформаційно-технологічний супровід особистісно-орієнтованого навчання як домінантна освітня тенденція / В. Пасічник, Т. Шестакевич // Вісн. нац. ун-ту «Львівська політехніка». – 2015. – № 829: Інформаційні системи та мережі. – С. 215–227.

9. Пасічник В. Застосування формальних граматик у моделюванні інформаційно-технологічного супроводу інклюзивного навчання / В. Пасічник, Т. Шестакевич // Вісн. Нац. ун-ту «Львівська політехніка». – 2015. – № 831 : Інформатизація вищого навчального закладу. – С. 58–64.

10. Завалій Т. І. Використання технології наближених множин для інтелектуального аналізу даних / Завалій Т. І., Нікольський Ю. В., Шестакевич Т. В. // Вісн. Нац. ун-ту «Львівська політехніка». – 2007. – № 589 : Інформаційні системи та мережі. – С. 98-107.

11. Утворення українських дієприкметників за допомогою породжувальних граматик / Ю. Щербина, Ю. Нікольський, В. Висоцька, Т. Шестакевич // Вісн. Нац. ун-ту «Львівська політехніка». – 2011. – № 715 : Інформаційні системи та мережі. – С. 354-369.

12. Шестакевич Т.В. Застосування мереж Петрі для генерування тексту / Т. В. Шестакевич // Вісн. Нац. ун-ту «Львівська політехніка». – 2011. – № 699 : Інформаційні системи та мережі. – С. 376-385.

13. Результати впровадження програмно-методичного комплекса моделювання та оптимізації процесів забезпечення якості РЕА на стадії виготовлення / Ю. Я. Бобало, А. П. Бондарєв, М. Д. Кіселичник, О. В. Надобко, Л. А. Недоступ, П. В. Тарадаха, Л. В. Чирун, Т. В. Шестакевич // Східноєвропейський журнал передових технологій. – 2013. – №1/3. – С. 51-55.

14. Програмно-методичний комплекс для моделювання та оптимізації процесів забезпечення якості РЕА на стадії виготовлення / Ю. Я. Бобало, А. П. Бондарєв, М. Д. Кіселичник, О. В. Надобко, Л. А. Недоступ, П. В. Тарадаха, Л. В. Чирун, Т. В. Шестакевич // Вісн. Нац. ун-ту «Львівська політехніка». – 2012. – № 738 : Радіоелектроніка та телекомунікації. – С. 206-212.

15. Пасічник В. Модель процесу аналізу даних психофізіологічного діагностування / Пасічник В., Шестакевич Т. // Вісн. Нац. техн. ун-ту «Харківський політехнічний інститут». Сер. : Інформатика та моделювання. – Х. : НТУ «ХПІ», 2016. – 21 (1193). – С. 86-91.

16. Пасічник В. В. Моделювання інформаційно-технологічного супроводу інклюзивного навчання осіб з особливими потребами / В. В. Пасічник, Т. В. Шестакевич // Вісн. Вінницького нац. техн. ун-ту. Сер. : Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2015. – Т. 3 (№34). – С. 58-65.

17. Методи оптимізації процесів забезпечення якості РЕА на стадії виготовлення / Надобко О. В., Недоступ Л. А., Чирун Л. В., Шестакевич Т. В. // Вісн. Нац. ун-ту «Львівська політехніка». – 2011. – № 705 : Радіоелектроніка та телекомунікації. – С. 237-242.

18. Висоцька В. А. Утворення речень англійською та німецькою за допомогою породжувальних граматик / В. А. Висоцька, Т. В. Шестакевич, Ю. М. Щербина // Вісн. Нац. ун-ту «Львівська політехніка». – 2012. – № 744 : Комп'ютерні науки та інформаційні технології. – С. 142-152.

19. Чирун Л. В. Інтелектуальний аналіз таблиць прийняття рішень в системах електронної комерції / Чирун Л. В., Шестакевич Т. В. // Вісн. Нац. ун-ту «Львівська політехніка». – 2008. – № 621: Інформаційні системи та мережі. – С. 230-239.

20. Пасічник В. В. Модель процесу аналізу даних освітньої траєкторії інклюзивного навчання / Пасічник В. В., Шестакевич Т. В. // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я (MicroCAD 2016): матер. Міжнар. наук.-практ. конф., Ч.ІІІ. – Х. : НТУ «ХПІ», 2016. – С. 11.

21. Пасічник В. В. Контент-аналіз корпусу текстів у особистісно-орієнтованому навчанні / Пасічник В. В., Шестакевич Т. В. // Теоретичні і прикладні аспекти побудови програмних систем TAAPSD-2016, Київ: матер. Міжнар. наук.-практ. конф. – Кіровоград : ПП «Центр оперативної поліграфії «Авангард», 2016. – С. 193-197.

22. The software complex development for modeling and optimizing of processes of radio-engineering equipment quality providing at the stage of manufacture / A. Bondariev, M. Kiselychnyk, O. Nadobko, L. Nedostup, L. Chyrun, T. Shestakevych // Сучасні проблеми радіоелектроніки, телекомунікацій, комп'ютерної інженерії TCSET'2012, Львів-Славське : матер. XI Міжнар. конф. – Л. : Вид-во Львів. політехніки, 2012. – С. 159.

23. Пасічник В. Програмно-алгоритмічний комплекс моделювання ІТ-супроводу інклюзивного навчання / В. Пасічник, Т. Шестакевич // Інформаційні технології та взаємодії IT&I-2016 : Матер. наук.-практ. конф. – К. : Вид.-полігр. центр «КПІ», 2016. – С. 52-53.

24. Шестакевич Т. В. Застосування методу опорних слів у авторській атрибуції тексту / Т. В. Шестакевич // Інтелектуальні системи прийняття рішень і проблеми обчислювального інтелекту ISDMCI'2010 : зб. праць Міжнар. наук. конф., Євпаторія : у 2 т. / Херсон. нац. техн. ун-т. – Херсон, 2010. – Т. 2. – С. 502-506.

25. Шестакевич Т. В. Механізм відсутності даних як параметр задачі прийняття рішень в умовах невизначеності / Т. В. Шестакевич // Інтелектуальні системи прийняття рішень і проблеми обчислювального інтелекту ISDMCI'2009 : зб. праць Міжнар. наук. конф., Євпаторія : у 2 т. – Херсон, 2009. – С. 150-153.

26. Pasichnyk V. Structural modeling of inclusive education of persons with special needs // V. Pasichnyk, T. Shestakevych, // Computer Science and Information Technologies CSIT'2014 : Proc. of the IXth International Scientific and Technical Conference. – Lviv, 2014. – P. 110-112.

27. The results of software complex OPTAN use for modeling and optimization of standard engineering processes of printed circuit boards manufacturing / O. Bazylvk, P. Taradaha, O. Nadobko, L. Chyrun, T. Shestakevych // Сучасні проблеми радіоелек-троніки, телекомунікацій, комп'ютерної інженерії TCSET'2012 : матер. XI Міжнар. конф., Львів-Славське. – Л. : Вид-во Львів. політехніки, 2012. – С. 107-108.

28. Пасічник В. Специфіка освітніх процесів осіб з особливими потребами та їх інформаційно-технологічний супровід / В. Пасічник, Т. Шестакевич // Інтернет-Освіта-Наука : матер. IX Міжнар. наук.-практ. конф. – Вінниця : ВНТУ, 2014. – С. 266-268.

29. Пасічник В. В. Формальний аналіз освітніх процесів при інклюзивній формі навчання / Пасічник В. В., Шестакевич Т. В., Федонюк А. А. // Сучасні проблеми математичного моделювання та обчислювальних методів : матер. Міжнар. наук. конф. – Рівне : РВВ РДГУ, 2015. – С. 128-129.

30. Pasichnyk V. The application of multivariative data analysis technology to support inclusive education / V. Pasichnyk, T. Shestakevych // Computer Science and Information Technologies CSIT'2015: Proc. of the Xth International Scientific and Technical Conf. – Lviv : Lviv Polytechnic Publishing House, 2015. – P. 88-90.

31. Пасічник В. В. Застосування мереж Петрі для моделювання багатозадачності в освітніх процесах осіб з особливими потребами / Пасічник В. В., Шестакевич Т. В. // Інтелектуальні системи прийняття рішень і проблеми обчислювального інтелекту ISDMCI'2015 : матер. Міжнар. наук. конф., Залізний Порт. – Херсон : Вид-во ХНТУ, 2015. – С. 134-136.

32. Висоцька В. А. Генерування речень українською за допомогою породжувальних граматик / В. А. Висоцька, Т. В. Шестакевич // Інтелектуальні системи прийняття рішень та проблеми обчислювального інтелекту (ISDMCI'2012) : матер. Міжнар. наук. конф., Євпаторія. – Херсон : Вид-во ХНТУ, 2012. – С. 48-50.

33. Пасічник В. В. Аналіз корпусу текстів інклюзивного навчання / Пасічник В. В., Шестакевич Т. В. // Інноваційні комп'ютерні технології у вищій школі: матер. 8-ї наук.-практ. конф. – 2016. – С. 128-133.

34. Шестакевич Т. В. Побудова моделі тексту із застосуванням мереж Петрі / Т. В. Шестакевич // Інтелектуальні системи прийняття рішень та проблеми обчислювального інтелекту (ISDMCI'2011) : матер. міжнар. наук. конф., Євпаторія : у 2 т. / Херсонський нац. технічний ун-т. – Херсон, 2011. – Т. 1. – С. 332–336.

35. Shestakevych T. The application of Petri nets to the modeling of text building / T. Shestakevych // Computer Science and Information Technologies CSIT-2010 : Proc. of the Vth International Scientific and Technical Conference. – Lviv : PH Vezha and Co, 2010. – P. 94-95.

36. Шестакевич Т. В. Способи опрацювання таблиць прийняття рішень з невідомими значеннями атрибутів / Т. В. Шестакевич // Інтелектуальні системи прийняття рішень та прикладні аспекти інформаційних технологій (ISDMIT'2007) : матер. наук.-практ. конф., Євпаторія. – Херсон : ПП Вишемирський В. С., 2007. – Т. 2. – С. 98-100.

37. Пасічник В. Особистісно-орієнтоване навчання: методологічні основи та інформаційно-технологічний супровід / Пасічник В., Кут В., Шестакевич Т. // Україна–Цивілізація. Історичні та духовні чинники консолідації української держави, нації та суспільства : матер. Міжнар. наук.-практ. конф. – Ужгород : Вид. від. КаУ, 2015. – Т. 4. – С. 242-252.

38. Пасічник В. В. Застосування формальних граматик у моделюванні інформаційно-технологічного супроводу інклюзивного навчання осіб з особливими потребами / Пасічник В. В., Шестакевич Т. В. // Інноваційні комп'ютерні технології у вищій школі: матер. 6-ї наук.-практ. конф. – Л. : Вид-во Львів. політехніки, 2014. – С. 100-106.

39. Комп'ютерна програма «Автоматизована система моделювання, дослідження та оптимізації виробничо-технологічних процесів ОПТАН-ГК» («ОПТАН-ГК») : свідоцтво про реєстрацію авт. права на твір № 56419 / Недоступ Л. А., Бобало Ю. Я., Кіселичник М. Д., Надобко О. В., Бондарєв А. П., Шестакевич Т. В., Чирун Л. В. ; заявка від 21.08.2012.

40. Комп'ютерна програма «Автоматизована система моделювання, дослідження та оптимізації виробничо-технологічних процесів ОПТАН-ВП» («ОПТАН-ВП») : свідоцтво про реєстрацію авт. права на твір № 56419 Україна / Недоступ Л. А., Бобало Ю. Я., Кіселичник М. Д., Надобко О. В., Бондарєв А. П., Шестакевич Т. В., Чирун Л. В., Тарадаха П. В. ; заявка від 09.09.2014.

АНОТАЦІЇ

Шестакевич Т. В. Математичне та програмне забезпечення інформаційно-технологічного супроводу інклюзивного навчання. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 01.05.03 – математичне та програмне забезпечення обчислювальних машин і систем. – Національний університет «Львівська політехніка» Міністерства освіти і науки України, Львів, 2017.

У дисертаційній роботі розв'язане актуальне наукове завдання розроблення методів та засобів математичного та програмного забезпечення для удосконалення інформаційно-технологічної підтримки та супроводу навчання осіб з особливими потребами, що навчаються інклюзивно. Розроблено математичну модель процесу інклюзивного навчання, яка враховує національну специфіку навчання осіб з особливими потребами за умов інклюзії та вповні охоплює усі етапи такого навчання. Розроблено модель інформаційно-технологічного супроводу інклюзивного навчання, яка передбачає комплексне застосування інформаційних технологій на кожному з етапів інклюзивного навчання. Запропонований метод встановлення формату навчання особи з особливими потребами ґрунтується на аналізі результатів психофізичного діагностування. Архітектура програмної системи інформаційно-технологічного супроводу інклюзивного навчання, розроблена із урахуванням потреб учасників інклюзивного навчання. Створено програмне забезпечення системи інформаційно-технологічного супроводу окремих етапів інклюзивного навчання.

Ключові слова: інформаційно-технологічний супровід, інклюзивне навчання, математичне та програмне забезпечення, програмна система, архітектура програмної системи.

Шестакевич Т. В. Математическое и программное обеспечение информационно-технологического сопровождения инклюзивного обучения. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.05.03 – математическое и программное обеспечение вычислительных машин и систем. – Национальный университет «Львивська политэхника» Министерства образования и науки Украины, Львов, 2017.

В диссертационной работе решено актуальное научное задание разработки методов и средств математического и программного обеспечения для усовершенствования информационно-технологической поддержки обучения лиц с особыми потребностями, которые учатся инклюзивного. Разработана математическая модель процесса инклюзивного обучения, которая учитывает национальную специфику обучения лиц с особыми потребностями и полностью охватывает все этапы такого обучения. Разработана модель информационно-технологического сопровождения инклюзивного обучения, которая предусматривает комплексное применение информационных технологий на каждом этапе такого обучения. Предложенный метод установления формата обучения лица с особыми потребностями основывается на анализе результатов психофизического диагностирования. Архитектура программной системы информационно-технологического сопровождения инклюзивного обучения, которая отвечает требованиям к программному обеспечению для поддержки такого процесса, разработанная с учетом потребностей участников инклюзивного обучения. Создано программное обеспечение системы информационно-технологического сопровождения отдельных этапов инклюзивного обучения.

Ключевые слова: информационно-технологическое сопровождение, инклюзивное обучение, математическое и программное обеспечение, программная система, архитектура программной системы.

Shestakevych T. V. Mathematical and software support of information technology of inclusive education assistance. – On the rights of manuscript.

Thesis for a candidate degree in technical sciences, specialty 01.05.03 – mathematical and software support of computers and systems. – Lviv Polytechnic National University, Ministry of Education and Sciense, Lviv, 2017.

The development of the assistive information technology to support an education of persons with special needs is an important scientific and practical task. The developed mathematical model of inclusive education formally specifies the process, taking into consideration national specifics of education of persons with special needs, and fully covers all phases of such complex process: the identification of the education format on the basis of the psychopysiological diagnosing; the personalizing of educational goals; the development of the personalized educational trajectory; the analysis of the implemented educational trajectory.

A model of information technology of inclusive education assistance provides comprehensive application of information technologies at every phase of inclusive education. This model was used to develop program system of information technology of inclusive education assistance, and considers the requirements for such support from the participants of inclusive education, such as persons with special needs and one's parents, specialists of inclusive education in school, experts of the psychological, pedagogical, and medical diagnosing institutions. The originality of the developed model of inclusive education IT assistance is in the systematic complex mapping of functional and structural characteristics of the process regarding to its national conditions.

The method of educational format identification for persons with special needs is based on the analysis of the results of the psychological and physical diagnostics, using data analysis techniques. To explore the work of inclusive education specialists, multivariate data analysis was used.

An architecture of the software system of information technology of inclusive education assistance was developed to meet the demands of the inclusive education participants. The architecture covers all phases of inclusive education with information technologies, enabling implementation of developed algorithms, models and methods. The architecture software system is worked out using the MVC architectural pattern.

The text, audio and video documents, produced at every phase of inclusive education are called the corpus of inclusive education texts. The algorithm of that corpus analysis considers specific features of such process, and is used to determine the special needs of the persons, one's educational features, and to develop a personalized education trajectory.

To evaluate effects of the implementation of information technology of inclusive educational assistance, the system of formal criteria was introduced. These criteria take into consideration the impact on social, scientific and technological effects, as well as interlinking and overall effect from implementation of information technologies of every phase of inclusive education assistance.

Keywords: information and technological support, inclusive education, mathematical and software support, software system, software architecture.

Підписано до друку 10.04.2017 р.
Формат 60×90 1/16. Папір офсетний.
Друк на різографі. Умовн. друк. арк. 1,5. Обл.-видав. арк. 0,89.
Тираж 100 прим. Зам. 170528.

Поліграфічний центр
Видавництва Національного університету "Львівська політехніка"
вул. Ф.Колесси, 4, 79013, Львів
Реєстраційне свідоцтво серії ДК № 4459 від 27.12.2012 р.