

В. Кут*, Ю. Нікольський, В. Пасічник

*Карпатський університет імені Августина Волошина,
Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра інформаційних систем та мереж

МАТЕМАТИЧНЕ ТА ПРОГРАМНО-АЛГОРИТМІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ ОСІБ З ОСОБЛИВИМИ ПОТРЕБАМИ

© Кут В., Нікольський Ю., Пасічник В., 2011

Розглянуто питання специфіки навчання осіб з особливими потребами. В цьому випадку традиційні навчальні технології замінюються на дистанційні, що зумовлює використання сучасних інтерактивних інформаційних технологій навчання. Вибір оптимального навчального маршруту для осіб з особливими потребами залежить від їх індивідуальних особливостей й вимагає для кожного конкретного випадку розроблення своїх програмних інструментів.

Ключові слова: інтелектуальні інформаційні системи, інформаційні технології, програмне забезпечення комплексу Moodle, методи штучного інтелекту, експертна система CLIPS, база знань, онтологія.

Questions about the specific of studies of listeners with the special necessities are examined in the article. In this case traditional educational technologies are substituted by distance. It predetermines the use of modern interactive information technologies of studies. The choice of optimal educational route for listeners with the special necessities depends on their individual features. He requires development of the programmatic instruments for every concrete case.

Keywords: intellectual informative systems information technologies, complex Moodle software, methods of artificial intelligence, consulting model CLIPS, knowledge base, ontology.

Актуальність проблеми

Соціальна політика України на законодавчому рівні спрямована на всебічний соціальний захист населення, особливо людей з обмеженими можливостями. Цьому сприяє підписання нашої країною міжнародних угод, створення й вдосконалення власної правової бази, розроблення відповідних соціальних програм.

Особливого значення набуває проблема соціального захисту людей з функціональними обмеженнями у зв'язку з постійним зростанням частки таких людей у загальній структурі населення України. За останні десять років чисельність людей з особливими потребами в Україні досягла 2,77 млн. осіб, що становить понад 5% населення держави. Проблематика, яка пов'язана із отриманням освіти особами з обмеженими фізичними можливостями, вимагає формування принципів, методів та засобів організації процесу навчання.

Вища освіта як категорія елітарних стандартів поступово набуває статусу соціально-культурного мінімуму. Вона стає своєрідною перепусткою до сфери професійної діяльності.

Сучасний стан вирішення проблеми

Сьогодні в Україні відбувається реформування вищої освіти, яке передбачає створення національної системи вищої освіти на нових законодавчих і методологічних засадах, досягнення принципово нового рівня якості підготовки фахівців, збереження прогресивних надбань минулого та приведення системи у відповідність з потребами держави, зміцнення і розвиток демократизації, входження національної системи вищої освіти до світового освітнього простору і забезпечення на

цій основі рівного доступу до здобуття якісної вищої освіти громадянами України, зокрема людьми з особливими потребами.

Будь-яка людина, незалежно від стану здоров'я, фізичних вад чи інтелектуального розвитку має право здобувати якісну освіту. Про це йдеться у низці міжнародних правничих документів. Цією нормою керувалися громадські організації, коли висували ідею запровадження в Україні інклюзивної освіти для неповносправних дітей. Вона передбачає спільне навчання здорових дітей та дітей з особливими потребами.

В Україні лише 11 % загальної кількості навчальних закладів є майже повністю пристосованими до потреб неповносправних дітей. Мова йде про дитячі садочки, школи, гімназії, ліцеї, університети тощо [1, 4].

На жаль, через сучасну політичну та економічну нестабільність в Україні приділяється неналежна увага соціальним проблемам. Особи з обмеженими можливостями мають право на працевлаштування та оплачувану роботу, зокрема за умови виконання роботи вдома. Недостатні знання осіб з обмеженими можливостями породжують у них відчуття невпевненості та незахищеності, роблять пасивними і далекими від суспільного життя. Їм доводиться по крихтах збирати життєво важливу інформацію, затрачуючи на це багато сил та часу.

Етап математичного моделювання системи дистанційного навчання

Комплекс задач, які розв'язано під час цього дослідження, стосується проблематики інклюзивної та дистанційної освіти для учнів з особливими потребами. Організація навчання учнів з різними видами неповносправності вимагає поєднання різних освітніх технологій для вивчення дисциплін навчальної програми. Врахування специфічних особливостей сприйняття та засвоєння матеріалу такими учнями можливе на основі розроблення індивідуальних навчальних програм для кожного такого учня та типу його неповносправності [2, 4]. Реалізувати цю вимогу можна за наявності спеціальних інформаційних технологій та відповідних інструментів, які дають змогу налагодити процес навчання для окремих індивідуальних типів та специфічних проявів неповносправності. Оскільки процес навчання є цілеспрямованою діяльністю, під час якої набуваються знання, уміння та навички, то подамо його певною взаємопов'язаною сукупністю підпроцесів, кожний з яких сформовано на основі дисципліни або навчального курсу.

Для дослідження загальних принципів формування процесів навчання з метою побудови індивідуального процесу для визначеної категорії учнів з особливими потребами побудуємо формальну математичну модель процесу навчання та на її основі – критерії формування оптимальних характеристик відповідних процесів, які забезпечать максимальну ефективність та результативність навчання. Подамо процес навчання як певну множину взаємопов'язаних підпроцесів, а кожний такий підпроцес зображатимемо кортежем $P = (p_1, p_2, \dots, p_n)$, де $p_i, i = 1, 2, \dots, n$ – елементи підпроцесу. Елементами підпроцесу є групи змістовних модулів, змістовні модулі або теми. Розбиття підпроцесу на елементи виконується так, щоб кожний з них закінчувався встановленням певної оцінки, значення якої є визначальним для переходу від елемента $p_i, i = 1, 2, \dots, n-1$ до елемента p_{i+1} або повернення до повторення елемента $p_i, i = 1, 2, \dots, n$. Увесь підпроцес можна зобразити орієнтованим мультиграфом з n вершинами, дуги якого відповідають парам $(p_i, p_{i+1}), i = 1, 2, \dots, n-1$ послідовності P , а петлі – факту повернення на повторне вивчення елемента $p_i, i = 1, 2, \dots, n$. Кожному елементу підпроцесу $p_i, i = 1, 2, \dots, n$ відповідає множина $\{p_i^1, p_i^2, \dots, p_i^{k_i}\}$ навчальних технологій, які забезпечують засвоєння матеріалу, пов'язаного з цією вершиною. Ці технології підтримуються відповідними інформаційними технологіями, які забезпечують звичайну, дистанційну або інклюзивну освіту. Належний вибір впорядкованої підмножини технологій для кожного учня повинен забезпечити ефективність засвоєння ним відповідного елемента підпроцесу навчання. Отже, множина елементів процесу навчання та технологій у складі кожного з них дають змогу сформувати для кожного учня індивідуальний маршрут, який характеризується кортежем з елементами – впорядкованими підмножинами

начальних технологій, характерних для відповідної категорії учня або його індивідуальних здібностей. Цей маршрут для учня x подамо у вигляді $P(x) = (p_1(x), p_2(x), \dots, p_n(x))$, де $p_i(x) = [p_i^1, p_i^2, \dots, p_i^k]$ – розміщення, яке побудоване на множині технологій елемента p_i . Вважатимемо, що кожний етап p_i , $i = 1, 2, \dots, n$ процесу навчання оцінюється за певною шкалою зі значенням N_i . При $i = n$ значення N_n є оцінкою засвоєння усього курсу. Побудова оптимального індивідуального маршруту пов'язана з пошуком таких розміщень для всіх елементів множини $\{p_1(x), p_2(x), \dots, p_n(x)\}$, які забезпечать максимізацію функції $G = \sum_{i=1}^n m_i d(N_i^+, N_i)$, де m_i , $\left(\sum_{i=1}^n m_i = 1\right)$ – заданий ваговий коефіцієнт значущості оцінки N_i етапу p_i , N_i^+ – задане нормативне значення оцінки для етапу p_i , $d(N_i^+, N_i)$ – функція допустимості оцінки, яка визначена за правилом

$$d(N_i^+, N_i) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } N_i > N_i^+ + e, \\ 0, & \text{якщо } N_i \leq N_i^+ + e, \end{cases}$$

e – задана величина допуску на точність обчислення оцінки N_i . У випадку навчання учнів, які не мають особливих потреб, вибір маршруту здійснюється вибором традиційних навчальних технологій. При цьому для кожного розміщення технологій кожного з елементів p_i , $i = 1, 2, \dots, n$ підпроцесу навчання можна визначити число, яке є імовірністю гіпотези, яка полягає у застосуванні кортежу технологій (розміщенню), які дали змогу перейти до наступного етапу підпроцесу в результаті першого складання тесту, тобто при $d(N_i^+, N_i) = 1$ для заданого p_i . Налаштовувати параметри маршруту можна за методом байєсівського навчання (байєсівська мережа) шляхом перерахунку ймовірностей вказаних гіпотез. Цей метод є популярним сучасним методом інтелектуального аналізу даних довільної природи.

Специфіка учнів з особливими потребами є такою, що, по-перше, навчальний процес для них організований за дистанційним принципом, а, по-друге, для їх навчання використовувати технології електронного навчання. В цьому випадку традиційні навчальні технології замінені на дистанційні, за допомогою яких здійснюється як процес навчання, так і контроль його результатів. Перехід до дистанційного навчання вимагає запровадження технологій навчання, які ґрунтуються на використанні специфічних інформаційних технологій [3, 6]. Кожному виду або групі видів традиційних технологій треба поставити у відповідність дистанційну, що ґрунтується на застосуванні інформаційних технологій, яку потрібно реалізувати певним програмно-алгоритмічним інструментом. У такому випадку вибір оптимального навчального маршруту для учня з особливими потребами матиме свою специфіку. Ця специфіка полягає в тому, що кожному виду особливих потреб відповідатиме своя група програмних інструментів, в кожній групі будуть представлені різні прояви відповідної неповносправності (наприклад, різний рівень втрати зору або слуху), що вимагатиме визначення сформованих начальних маршрутів під індивідуальні особливості такого учня та навчальні дистанційні технології, які визначено альтернативними традиційним.

Отже, запровадження дистанційного навчання вимагає вирішення проблеми визначення відповідності між традиційними та електронними технологіями, які реалізовано у складі відповідних програмно-алгоритмічних інструментів. Множину таких інструментів для людей з вадами слуху можна сформувати, застосовуючи спеціалізований тренажер для навчання мові жестів [1].

Для людей, які мають обмеження у пересування й вимушені навчатись вдома, інструментальні засоби можна розробляти засобами оболонки Moodle [5, 6]. Ці ж засоби можна використати для вивчення як загальноосвітніх, так і спеціальних дисциплін для людей з іншими особливими потребами.

Етап програмно-алгоритмічного моделювання системи дистанційного навчання

Етап програмно-алгоритмічного моделювання процесів функціонування проектного дистанційного навчально-консультаційного центру на першій фазі вимагає відповіді на запитання:

- які базові програмно-алгоритмічні компоненти становлять його технологічну основу;
- як взаємодіють програмно-алгоритмічні компоненти між собою;
- як подаються і опрацьовуються в системі знання;
- які інтерфейсні компоненти забезпечують реалізацію взаємодії програмно-алгоритмічних модулів між собою, а також різних категорій користувачів з цілісною системою загалом.

Не вдаючись до глибокого аналітичного пояснення повного комплексу факторів та причинно-наслідкових зв'язків, які нами враховувались при виборі інструментальних базових програмно-алгоритмічних компонентів дистанційного навчально-консультаційного центру, зазначимо, що такими визначені: платформа дистанційного навчання Moodle, інструментальний комплекс побудови експертних систем CLIPS та вибрано як базовий спосіб подання знань у формі онтологій. Надалі кожній із наведених концептуальних одиниць майбутнього проекту авторами проекту будуть присвячені окремі наукові дослідження та публікації.

Система Moodle (модульне об'єктно-орієнтоване динамічне навчальне середовище) – це програмний продукт, що дає змогу створювати навчальні курси та веб-сайти. Moodle поширюється безкоштовно як програмне забезпечення з відкритим кодом під ліцензією GNU Public License. Отже, хоча Moodle охороняється авторськими правами, користувач має право копіювати, використовувати та змінювати програмний код на власний розсуд. Цю систему можна встановити на будь-якому комп'ютері, що підтримує PHP, а також бази даних типу SQL. Її можна запустити на операційних системах Windows чи Mac, а також на багатьох дистрибутивах Linux.

Незважаючи на те, що система доволі потужна і дає змогу виконувати функцію дистанційного навчання, встановити її можна на будь-якому комп'ютері із достатньо скромними характеристиками.

Завданнями у системі дистанційного навчання Moodle є навчальні об'єкти, які забезпечують взаємодію викладача та слухача, їх зворотний зв'язок, а також спілкування слухачів між собою. Це найважливіший компонент дистанційного курсу.

Оскільки ці елементи передбачають роботу із ними слухача, кожне із завдань курсу може оцінюватись за довільною шкалою. Викладач може призначити виконання завдання довільну кількість разів, тоді визначається тип оцінювання: максимальний набраний бал, середній бал кількох спроб, перша або остання спроба.

Інтерактивні навчальні об'єкти формуються у файли формату *SCORM*, підготовлені у зовнішній програмі (наприклад, Adobe Captivate або Udutu). У систему Moodle ці файли імпортуються як готові об'єкти, які не можна змінювати, проте можна збирати статистику роботи слухачів із ними.

Система Moodle відповідає сучасним вимогам, і її впровадження у навчальний процес для слухачів з особливими вимогами – справа недалекого майбутнього. Розглянемо деякі властивості цієї системи, що покращують і полегшують підготовку таких студентів:

Вікі-завдання полягає у тому, що буде створено заготовку для подальшої групової роботи слухачів.

Анкета – це одне із стандартних психологічних опитувань. Його доцільно використовувати на початку чи в кінці курсу для визначення сприйняття слухачами дистанційного навчання.

Глосарій – це словник термінів. У попередніх версіях Moodle його міг редагувати лише викладач, тепер цю функцію можна відкрити і для слухачів. Для кожного запису можна додати назву, визначення, ключові слова, категорію, за якими згодом може відбуватись пошук.

Завдання формулюється як вказівка виконати певні дії поза межами сайту (написати твір у програмі Word, підготувати презентацію у PowerPoint, намалювати малюнок у Paint і т.д.), і надати файл із результатом своєї роботи. Викладач може обмежити обсяг завантаженого файла, визначити часові обмеження відповідей.

Під час роботи в системі можна реалізовувати різні види завдань. Один із видів завдань (**Онлайн-текст**) передбачає введення тексту безпосередньо на сайті дистанційного навчання, що дає змогу проконтролювати обсяг часу, затрачений слухачем на виконання завдання. Завдання **Завантаження файлів** дає змогу завантажити кілька файлів; натомість **Відповідь у вигляді**

файла – виконати кілька спроб завантаження. **Відповідь поза сайтом** передбачає використання інших засобів зв'язку, наприклад, електронної пошти. Після того, як слухачі виконають завдання, викладач може оцінити і прокоментувати кожну із відповідей.

Завдання **Опитування** передбачає одне питання з кількома варіантами відповідей. Викладач має змогу побачити відповіді студентів, а також загальні підсумки з опитування. Доступ слухачів до результатів можна налаштувати: закрити або відкрити їх повністю або відкрити загальні результати опитування після того, як студент дасть свою відповідь.

Доволі потужними інструментами автоматичної перевірки знань студентів у системі Moodle є режим **Тести** та **Уроки**.

Завдання **Тест** дає змогу організувати перевірку засвоєння слухачами певної теми. При створенні завдання цього типу викладач вказує часові рамки проведення тестування, обмеження часу проходження тесту, кількість спроб тестування, які може здійснити слухач, затримки між спробами (для того, щоб заохотити учня повторити матеріал перед повторною спробою), режим показу коментарів до відповідей (одразу при виборі кожної відповіді, одразу після завершення тестування учнем, після завершення тестування всіх слухачів курсу), зміст коментарів (бал студента, правильна відповідь, коментар до неправильних відповідей тощо). Також визначається режим груп, коли викладач зможе переглядати результати тестування не усіх учасників курсу одразу, а у визначеній послідовності (групами, класами, паралелями тощо).

Закладки (**Інфо**, **Результати**, **Попередній огляд**, **Редагувати**) виводять основну інформацію про завдання, звіт про результати його виконання студентом, попередній перегляд усього тесту, а також сторінку редагування. Відповідні пункти меню вкладки **Редагування** дають змогу створити питання, переглянути питання тесту, редагувати категорії питань, а також виконати імпорт та експорт тестових завдань.

У системі **Moodle** можна створювати питання різних типів. Кожне із питань має певні спільні параметри: текст питання, текст відповіді (варіанти відповідей або еталонна відповідь), малюнок для відображення, оцінка за умовчанням (бал), штрафний бал (при неправильній відповіді), коментар у випадку правильної та неправильної відповіді тощо. Якщо питання передбачає декілька можливих відповідей, для кожної слід вказати, скільки відсотків від максимального балу слід давати за цю відповідь, причому система проконтролює, щоб сума призначених відсотків була не меншою за 100 (може бути більшою, якщо допустимі різні комбінації відповідей).

Урок є одним з найскладніших елементів навчального курсу, оскільки потребує від викладача побудови сценарію вивчення матеріалу з поетапною перевіркою його засвоєння. Викладач розбиває увесь матеріал на блоки, у кінці кожного з яких розміщуються питання на засвоєння прочитаного. Перехід до наступної порції (сторінки) можливий лише після перевірки засвоєння попереднього матеріалу. Якщо відповідь на питання неправильна – можна повернутись до попередньої сторінки (або іншої, визначеної вчителем) і повторно опрацювати матеріал.

Викладач може задати обмеження часу на проходження уроку (якщо це доцільно в межах теми, що вивчається), визначити спосіб оцінювання (враховувати чи ігнорувати повторне опрацювання матеріалу), коментарі до правильних та неправильних відповідей, відображення загального прогресу (кількість пройдених блоків уроку відносно їх загальної кількості), перехід до певного завдання після завершення уроку тощо.

Питання в уроці може належати одному з таких типів (обирається за допомогою закладки):

- питання у закритій формі (подається певна кількість фіксованих варіантів відповідей);
- альтернативний вибір (питання з двома взаємовиключними варіантами відповіді);
- коротка відповідь (відповідь одним словом, яке слухач має ввести з клавіатури);
- числова відповідь (відповідь числом, яке слухач має ввести з клавіатури);
- відповідність (встановлення відповідності);
- розгорнута відповідь (відповідь у вигляді фрагменту тексту, який слухач має ввести з клавіатури).

Після введення питання з'являється вікно редагування уроку, в якому можна додати довільну кількість сторінок цього уроку. Поряд із кожною зі сторінок показано її назву, тип, усі можливі

переходи з цієї сторінки (на кожен з варіантів відповідей), а також кнопки переміщення сторінки, її редагування, попереднього перегляду та видалення.

Так формується послідовність сторінок та переходів між ними, які складають урок.

Слухач переглядає матеріал у запропонованій послідовності, дає відповідь на поставлені питання і в кінці отримує звіт: кількість правильних відповідей та результат – зарахований чи не зарахований урок. Слід зазначити, що розгорнути відповіді не враховуються до загального балу і оцінюються викладачем окремо.

Останні два види завдань – форум та чат. **Форум** – це елемент курсу, що забезпечує обговорення питань усіма учасниками даного курсу. Кожен з дописів може оцінюватись як викладачем, так й слухачами (залежно від налаштувань, встановлених викладачем). На деякі форуми доцільно зробити обов'язкову підписку – це означає, що усі учасники курсу отримуватимуть звіт про нові повідомлення на свої електронні скриньки. Цей елемент після первинного налаштування варто **Зберегти і показати**, оскільки у такому режимі можна додати бажані теми для обговорення і зробити перший допис у новостворену тему. Слід зауважити, що викладач повинен активно підтримувати початі обговорення, спрямовувати їх у правильне русло, що відповідає темі вивчення та поставленому питанню.

Чат дає змогу організувати спілкування учасників у режимі реального часу, при цьому можна зберігати історію повідомлень. Сеанси чату доцільно організовувати періодично у наперед визначений час для того, щоб учасники дистанційного навчання мали змогу підготувати питання та вирішити їх у режимі реального часу.

Більшість типів завдань (Чат, Форум, Тест, Опитування, Завдання, Анкета, Вікі) передбачають вибір **режиму груп**. Це означає, що кожна із груп матиме свої власні варіанти цих завдань, не перетинаючись з іншими. Це особливо помітно для таких завдань як Форум та Чат, які доцільно організовувати заново для кожної нової групи, яка приступає до вивчення курсу. Так можна організовувати завдання для різних груп, які одночасно проходять певний курс, а також для різних паралелей, які вивчатимуть цей курс у майбутньому. Групи визначаються в однойменному меню панелі керування курсом. У будь-який час склад груп можна змінювати.

Усі види ресурсів та завдань можна поєднувати і використовувати під час одного уроку, деякі з них можна взагалі не використовувати або обходитись лише одним елементом.

Зазвичай для дистанційного заняття потрібна деяка теоретична інформація (у вигляді тексту з зображеннями, таблицями, схемами, графіками, аудіо– чи відеоілюстраціями або посилання на матеріал підручника), її обговорення та перевірка засвоєння цієї інформації. Система Moodle дає змогу формувати такі інформаційні комплекси за допомогою стандартних дій та можливостей.

Завдання у системі дистанційного навчання Moodle призначені для організації взаємодії викладача та слухача, формування зворотних зв'язків між ними та спілкування слухачів між собою. До складу матеріалів, які формують підпроцеси навчання, входять такі елементи:

- електронні версії друкованих видань та підручників;
- навчальні аудіо-, відеоматеріали та електронні тренажери для дистанційного виконання практичних та лабораторних робіт;
- навчальне та методичне забезпечення для проведення практичних занять та лабораторних робіт, поєднані з відповідними розділами теоретичних курсів;
- контрольні роботи з механізмом перевірки та захисту виконаної роботи;
- тести з матеріалами тем та модулів для дистанційної перевірки знань.

Окрім того, до складу інструментальних засобів входять спеціалізовані програмні засоби, які забезпечують:

- проведення інтерактивних та колективних занять;
- проведення семінарів, колоквиумів та дистанційних консультацій викладачами;
- контроль успішності студентів на основі модульно-рейтингової системи;
- аналіз успішності слухачів курсів;
- розсилку наукового, навчального та художньо-публіцистичного матеріалу;
- спілкування між студентами;
- організацію навчального процесу.

Визначення відповідності між традиційними технологіями та комп'ютерно-алгоритмічними інструментами дає змогу сформулювати завдання на визначення навчального маршруту для людей з обмеженими можливостями на основі адаптації маршрутів, які розроблено для людей без особливих потреб.

Планується сформувати дистанційний навчально-консультаційний центр на основі програмних засобів вільнодоступного програмного забезпечення, або так званого FRIVER, яке сьогодні не потребує додаткового ліцензування та оплати за його використання. Йдеться про систему підтримки курсів дистанційного навчання Moodle і технологій штучного інтелекту з використанням елементів поширеного вільного програмного забезпечення експертної системи класу CLIPS. У базисі системи встановлюємо платформу Moodle, на основі якої реалізуються технологічні аспекти дистанційної освіти, а інтелектуальні компоненти цього процесу навчання розроблятимемо з використанням інструментарію оболонки системи оболонки CLIPS.

Сучасні експертні системи – це складні програмні комплекси, що акумулюють знання фахівців у конкретних предметних галузях і поширюють цей емпіричний досвід для консультування інших користувачів. Розроблення експертних систем спрямоване на використання комп'ютерів для опрацювання даних в тих галузях науки і техніки, де традиційні методи моделювання малопридатні. Основою експертних систем є база знань про предметну галузь, що накопичується в процесі побудови й експлуатації експертної системи. Нагромадження й організація знань – найважливіша властивість усіх експертних систем.

Оболонка CLIPS є програмно-алгоритмічним інструментом, призначеним для побудови експертних систем. CLIPS складається з керованого середовища – експертної оболонки зі своїм способом подання знань, гнучкої і потужної мови і кількох допоміжних інструментів. Середовище CLIPS дає змогу користувачам швидко створювати ефективні, компактні і легко керовані експертні системи. При цьому користувач застосовує арсенал готових інструментів (механізм управління базою знань, механізм логічного виведення, менеджери різних об'єктів CLIPS) і конструктори (упорядковані факти, шаблони, правила, функції, родові функції, класи, модулі, вбудовану мову COOL для об'єктно-орієнтованого програмування) [7].

Технологія побудови експертної системи складається з шести етапів: ідентифікації, концептуалізації, формалізації, виконання, тестування, досвідченої експлуатації. Розглянемо детальніше послідовності дій, які необхідно виконати на кожному з етапів.

1. На етапі ідентифікації необхідно визначити:

- задачі, що підлягають розв'язанню і відповідають меті розробки;
- експертів і типи користувачів;

2. На етапі концептуалізації:

- проводиться змістовний аналіз предметної області;
- виділяються основні поняття і їхні взаємозв'язки;
- визначаються методи розв'язання задач;

3. На етапі формалізації:

- вибираються програмні засоби побудови експертної системи;
- визначаються способи подання знань;
- формалізуються основні поняття.

4. На етапі виконання експертами наповнюють базу знань. Процес набування знань здійснюють інженер із знань на основі діяльності експерта.

5. На етапі тестування експерт та інженер із знань з використанням діалогових і пояснювальних засобів перевіряють «компетентність» експертної системи. Процес тестування продовжується доти, поки експерт не вирішить, що система досягла необхідного рівня компетентності.

6. На етапі фахової експлуатації перевіряється придатність експертної системи для кінцевих користувачів. За результатами цього етапу можлива істотна модернізація сформованої експертної системи.

Процес створення експертних систем не зводиться виключно до строгої реалізації послідовності цих етапів. Під час розроблення необхідно неодноразово повертатися на більш ранні

етапи і переглядати прийняті раніше рішення. Роль експертів у нашій ситуації відіграватимуть викладачі, які надаватимуть необхідні знання для створення експертної системи, яка буде використовуватися та забезпечувати процес навчання осіб з особливими потребами.

Основою експертних систем є знання. Знання – це цілісна і систематизована сукупність понять про закономірності природи, суспільства і мислення, нагромаджена людством у процесі активної перетворювальної діяльності і спрямована на подальше пізнання і зміни об'єктивного світу. Знання з конкретної предметної галузі формують концептуальну одиницю, яку зазвичай називають базою знань. База знань експертної системи містить факти (дані) і правила (способи подання знань). Механізм висновку в інструментах CLIPS містить: інтерпретатор, який визначає, як застосовувати правила для виведення нових знань, та диспетчерів, що встановлюють порядок застосування цих правил.

Зазвичай експертна система містить три типи знань:

- структуровані знання про предметну галузь – після того, як ці знання виявлені, вони фіксуються як незмінні;
- структуровані динамічні знання – змінні знання з предметної галузі, які поновлюються у міру виявлення нової інформації;
- робочі знання, які використовуються для розв'язування конкретної задачі або проведення консультацій.

Існує багато способів подання знань. Зокрема для сучасних експертних систем їх налічується десятки. Розглянемо один з поширених методів подання знань, оснований на онтологіях.

Онтологія (від грец. онтоз – суще, логос – навчання, поняття) – термін, що визначає вчення про буття, про сутність, на відміну від гносеології – вчення про пізнання. Для подальшої роботи ми вважатимемо, що онтологія є базою знань, що описує факти, які передбачаються завжди істинними в межах певної спільноти на основі загальноприйнятого значення використовуваного словника, тобто онтології – це бази знань спеціального типу, які можуть «читатися» і розумітися, відчуватися від розробника чи фізично розділятися їх користувачами.

При цьому онтологічний інжиніринг – гілка інженерії знань, яка використовує Онтологію (з великої букви) для побудови онтології (з маленької букви). Зрозуміло, що будь-яка онтологія має під собою концептуалізацію, але одна концептуалізація може бути основою різних онтологій, і дві різні бази знань можуть відображати одну онтологію [8].

Повністю автоматизувати процес побудови онтологій не видається можливим – базові терміни і поняття повинні бути виведені врешті-решт людиною-експертом (викладачем). Однак процес подальшої побудови онтології можна організувати у вигляді навчання на основі текстів заданої предметної галузі, упорядкованих за зростанням складності процедур їх опрацювання.

Розглянемо етапи побудови онтології:

1. Збирання знань про предметну галузь.
2. Об'єднання отриманих інформаційних ресурсів в єдину, узгоджену та достатньо повну систему термінів і понять, які використовуються для опису предметної галузі.
3. Створення базової онтології предметної галузі.
4. Розроблення загальної концептуальної структури предметної галузі. Цей етап передбачає визначення основних концептів предметної галузі, їх властивостей, зв'язків між концептами, створення абстрактних класів для підтримки наслідування властивостей і зв'язків, посилення чи включення допоміжних онтологій, віднесення екземплярів за концептами. Цей етап нині практично не підлягає автоматизації, всі дії повинна виконувати людина;
5. Збереження отриманої онтології як базової для подальшого розширення,
6. Додавання концептів, зв'язків та об'єктів до рівня деталізації, необхідного для забезпечення вимог, які ставлять перед онтологією, щоб використати її для розв'язування задач предметної галузі;
7. Перевірка результатів роботи онтології;

8. Перегляд синтаксичних, логічних та семантичних несумісностей між елементами онтологій. Під час цієї перевірки може відбутися автоматичне виділення додаткових абстрактних концептів на основі зв'язків та властивостей наявних;

9. Перевірка онтологій експертами предметної галузі та розгортання її в середовищі CLIPS, де вона буде використовуватись.

Великою перевагою онтологічної системи подання знань є те, що вона достатньо гнучка, її легко пристосовувати до нових змін, які неодмінно з'являються в процесі навчання, вона працює в режимі on-line, забезпечує можливість отримати завжди адекватні дані.

Завдяки експертній системі дистанційного навчально-консультаційного центру створеній інструментами оболонки CLIPS можна швидко отримувати потрібну інформацію щодо стану навчального процесу та результатів якості знань студентів. За необхідності можна модифікувати чи доповнити онтологічну систему, виконуючи модифікацію тільки онтологій без зміни програмного коду оболонки CLIPS.

CLIPS завдяки своїй структурі легко інтегрується з будь-якими інформаційними системами, що надає змогу швидкого розширення інформаційної онтологічної бази за рахунок постачання інформації з існуючих інформаційних систем.

Завдяки використанню онтологічного підходу та автоматичному формуванню параметрів під час виконання слухачами навчального плану, з'являється можливість забезпечити прозорість та відкритість навчального процесу, тим самим забезпечити якісне виконання завдань, і тим самим значно підвищити якість набутих знань.

Висновок

Цивілізована країна дбає про творчий потенціал суспільства взагалі і кожної людини зокрема. Кожна особистість наділена надзвичайно багатим творчим потенціалом, який у житті часто залишається нереалізованим через об'єктивні та суб'єктивні чинники. Завдання навчального закладу – забезпечити подолання перешкод на шляху до освіти; прищеплювати навички, завдяки яким людина самостійно керуватиме своєю пізнавальною активністю, буде самостійно мислити, приймати неординарні рішення, свідомо вибирати свою життєву позицію, генерувати оригінальні ідеї.

Прогрес триває, все ефективніше і результативніше втілюється у навчальний процес школярів і студентів, зокрема інвалідів, нові методи та інформаційні технології дистанційного навчання. Це дуже зручно як для здорових людей, так і для людей з особливими вадами.

У зв'язку з цим було поставлено актуальну задачу, яка стосується вирішення проблеми навчання людей з особливими потребами за допомогою дистанційної освіти та вибору марематичної моделі процесу навчання, яка забезпечить максимальну ефективність та результативність навчання і її програмно-алгоритмічну реалізацію на платформах Moodle та CLIPS. Отже, ми пропонуємо спосіб вирішення проблем навчання людей з особливими потребами.

Впровадження в життя нових масштабних цікавих інформаційно-комунікаційних проєктів, дистанційних навчально-консультаційних центрів – це новий крок до подолання проблеми інформаційної замкнутості людей з обмеженими можливостями, їх самореалізації та соціальної інтеграції. Національний проєкт «Відкритий світ», у межах якого проводяться наші, дослідження є яскравим підтвердженням великого технологічного поступу в освітній галузі не тільки України, а й всього цивілізаційного загалу. Подальші дослідження будуть стосуватися подальших конкретних розроблень як нових математичних, так і програмно-алгоритмічних моделей і прототипів освітніх інформаційних технологій дистанційного навчання осіб з особливими потребами.

1. Давидов М.В. Програмний тренажер для навчання мові жестів / М.В.Давидов, Ю.В. Нікольський, В.В. Пасічник // Розвиток інформаційно-комунікаційних технологій та розбудова інформаційного суспільства в Україні: Спеціалізований тематичний додаток до загальногалузевого науково-виробничого журналу "Зв'язок". – К., 2007. – С.98–106. 2. Давидов М.В. Методи та засоби опрацювання зображень реального часу для ідентифікації елементів жестової мови / М.В. Да-

видов, Ю.В. Нікольський // Штучний інтелект: Науково-технічний журнал / Державний університет інформатики і штучного інтелекту. – Донецьк, 2008. – № 1. – С. 131–138. 3. Давидов М.В. Аналіз методів розпізнавання у моделях жестової мови / М.В. Давидов, О.В. Пасічник, Ю.В. Нікольський // Східно-Європейський журнал передових технологій. – Х., 2008. – №4/2 (34). – С. 57–61. 4. Пасічник В.В. Освоєння інформаційних технологій людьми з вадами зору / В.В. Пасічник, О.А. Лоцицький, О.В. Пасічник // Проблеми освіти: Науковий збірник / Інститут інноваційних технологій і змісту освіти МОН України. – К., 2009. – Вип. 60 – С. 113–119.; 5. Режим доступу: <http://moodle.org/>; 6. Українська спільнота користувачів Moodle. – Режим доступу: <http://moodle.co.ua/>. 7. Частиков А.П. Разработка экспертных систем. Среда CLIPS / А.П. Частиков, Т.А. Гаврилова, Д.Л. Белов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 608 с. 8. Досин Д.Г. Інтелектуальні системи, базовані на онтологіях: Монографія / Д.Г. Досин, В.В. Литвин, Ю.В. Нікольський, В.В. Пасічник. – Л.: Видавничий дім «Цивілізація», 2009. – 414 с.

УДК 004.9

І. Чорней, Н. Шаховська

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра інформаційних систем та мереж

МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МОДЕЛЮВАННЯ ПАНДЕМІЇ ГРИПУ

© Чорней І., Шаховська Н., 2011

Розглядається SLIAR математична модель грипу. Розроблено багато популяційну SLIAR модель пандемії грипу.

Ключові слова: детерміновані моделі, модель грипу, SLIAR модель, багатопопуляційна модель.

This paper concerns SLIAR mathematics influenza model. Multy city SLIAR mathematics model of influenza pandemic is developed.

Key words: Determenictic model, influenza model, SLIAR model, desease model, multy city model.

Вступ

Актуальною проблемою охорони здоров'я як у світі, так і в Україні є контроль та прогнозування захворювань на гострі респіраторні інфекції (ГРІ) та грип. Значна поширеність, матеріальні збитки, соціальні та медичні наслідки переконливо підтверджують необхідність боротьби з ними. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), ГРІ та грип становлять 60–70% від загальної захворюваності населення із тенденцією до розвитку ускладнень та хронізації процесу. Епідемії грипу завдають значних економічних збитків як кожному хворому, так і суспільству загалом. Це обумовлено не тільки вартістю медичної допомоги, й, значною мірою, збитками внаслідок непрацездатності. У зв'язку із надзвичайною мінливістю збудника грип й досі залишається некерованою інфекцією, що обумовлює необхідність подальшого дослідження грипу для вирішення цієї проблеми у глобальному масштабі. Внаслідок пандемій 1957 і 1968 рр. загинули від одного до двох мільйонів людей. Сьогодні ситуація є такою, що звичайний вірус сезонного грипу спричиняє до 500 тисяч смертей щороку, лише в Сполучених Штатах – приблизно 36 тис. смертей.

Постановка задачі

Розглянуто детерміновану однопопуляційну математичну модель для моделювання захворювання на грип. На основі цієї моделі буде побудовано багатопопуляційний варіант моделі грипу і виведено базове репродуктивне число побудованої моделі.