

## ГЕНЕРАТОР ПРОЕКТІВ СИСТЕМНИХ ТРАНСФОРМАЦІЙ ОСВІТНІХ КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ ДІТЕЙ З ОСОБЛИВИМИ ПОТРЕБАМИ

© Григорович В. Г., Єгорова В. В., 2014

Подано принципи проектування та побудови інтелектуальної інформаційної системи генерування прогнозів, планів та рекомендацій щодо забезпечення якісних умов навчання дітей з особливими потребами в умовах загальноосвітнього навчального закладу. Запропоновано та обґрунтовано формування структури системи, проаналізовано наявні класи потенційних користувачів та їх системні ролі. Специфіковано вимоги до побудови та алгоритмів функціонування машини логічного виведення, послідовностей виконання дій у процесах інсталяції, верифікації, інтеграції та адміністрування інтелектуального генератора проектів. Розроблена інтелектуальна інформаційна система передбачає можливості щодо надання специфікацій та детальних рекомендацій з облаштування, технічної, технологічної, навчально-методичної підготовки навчального закладу. Автоматизовано генеруються пропозиції щодо здобуття додаткової освіти вчителями у випадках реорганізації процесів навчання, зорієнтованих на дітей з особливими потребами в умовах загальноосвітнього навчального закладу.

**Ключові слова:** навчання, діти, особливі потреби, експертні системи.

The paper describes the principles of designing and building an intellectual information system to generate prognosis, plans and recommendations as to provide high-quality conditions of education of children with special needs in a comprehensive school. The forming of the structure of the system is proposed and substantiated, available classes of potential users and their systemic roles are analyzed. The requirements for building and algorithms of the operation of machine of logical inference, sequences of actions in processes of installation, verification, integration and administration of intellectual generator of projects are specified. The intellectual information system that is developed includes the opportunities to providing specifications and detailed advice on arranging technical, technological, educational and methodological school preparation. Automated generation of propositions of additional education of teachers in the cases of reorganization of processes of studying of children with special needs in ordinary schools is provided.

**Keywords:** education, children, special needs, expert systems.

### Вступ

Розроблено інтелектуальну систему генерування рекомендацій щодо організації інклюзивного навчання дітей з особливими потребами в загальноосвітніх школах. Аналіз відкритих джерел показав, що у вільному доступі немає наявних аналогічних систем – як платних, так і безкоштовних.

Необхідність цієї розробки зумовлена тим, що згідно із чинним законодавством України, директор не має права відмовити навчатися в школі учневі з особливими потребами, якщо його вади здоров'я не шкодять іншим дітям, проте в багатьох випадках [12] більшість керівників навчальних закладів не знають, як забезпечити необхідні умови для навчання учнів з особливими потребами.

Запропонована авторами інтелектуальна система надасть керівнику школи специфікації та детальні рекомендації з облаштування, технічної, технологічної, навчально-методичної підготовки навчального закладу. Забезпечується автоматизована генерація пропозицій щодо здобуття додаткової освіти вчителями у випадках реорганізації процесів навчання, зорієнтованих на дітей з особливими потребами в умовах загальноосвітнього навчального закладу.

### **Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Сьогодні відомі такі підходи до забезпечення освітніми послугами дітей з особливими потребами: навчання в спеціалізованих навчальних закладах, інклюзивне навчання в загальноосвітніх школах та дистанційна освіта.

Одним із способів забезпечення освіти осіб з особливими потребами є встановлення різних допоміжних програмних та технічних засобів на робоче місце учня. Але більшість наявних програмних засобів (засоби для дистанційного навчання) дають змогу забезпечити навчання лише для людей з вадами опорно-рухового апарату [1], при цьому люди з вадами руху рук, вадами зору та слуху все одно потребуватимуть допомоги сторонньої особи або технічних засобів. Для людей з вадами зору розроблено програмні засоби голосового керування комп'ютером і голосового введення тексту.

Для операційної системи Windows існує система голосового введення тексту Speak-A-Message Talking Computer 7.0.9. За допомогою цієї програми можна вводити текст багатьма мовами, а також записувати аудіоповідомлення. Вона розроблена в 2011 році і є безкоштовною і доступною для будь-якого користувача [2]. Для управління комп'ютером з операційною системою Windows є програма Microsoft Voice Command. За допомогою цієї програми можна запускати будь-які програми. Початкову версію програми розроблено у 2003 році. Ця програма є безкоштовною і доступною [3]. В операційних системах Windows XP/Vista/7/8 існують вбудовані системи голосового управління комп'ютером, а саме системи голосового введення текстів Text to Speech та голосового керування комп'ютером Speech Recognition. Але, на жаль, ці системи не є досконалими [13], навіть платні програми не розпізнають 100 % команд. У цьому напрямі потрібно вести серйозні дослідження.

Вирішення проблеми забезпечення належних умов навчання людей з вадами зору є складнішим порівняно з аналогічним для людей з вадами опорно-рухового апарату, але можливим. Для незрячих людей існують книги у аудіоформаті (DAISY) [4]. Цей формат книг поєднує різні способи представлення інформації: звичайний текст, аудіоматеріали та зображення. Для програми Microsoft Word передбачено налаштування, яке перетворює документ на DAISY формат [5]. Існують спеціальні програмні засоби, що здатні перетворювати текстові документи на цей формат. Однією з них є програма Obi. Останню її версію було розроблено в 2011 році. Програма є безкоштовною [6]. Для навчання незрячих дітей за допомогою комп'ютера потрібне спеціальне обладнання, тобто брайлівська периферія (дисплей, клавіатура Брайля та ін.). Це обладнання дороге, і не кожен навчальний заклад може собі дозволити встановити його хоча б на одне робоче місце. Наприклад, ціна дисплея Брайля у 2012 рік становила від 127 € до 1190 € [7] (див. табл.1).

Для спілкування людей з вадами зору та слуху розробляються системи розпізнавання артикуляції. Системи розпізнавання читання за губами вже створено для спілкування англійською та французькою мовами [9]. Розроблено та вдосконалено засоби спілкування людей жестовою українською мовою, створено українську тактильну абетку, створено систему озвучення української мови [14], побудовано реалістичну модель голови людини та розробляються і вдосконалюються методи розпізнавання читання за губами [8], для реалізації яких використовується візуальний синтез мови. Слід зауважити, що розроблення таких засобів все ще не завершено: постійно вдосконалюються ці технології.

На жаль, сьогодні немає у вільному доступі інтелектуальних систем для людей з різними вадами здоров'я.

У табл. 1 наведено основні характеристики наявних технічних та програмних засобів для людей з різними вадами здоров'я. Всю інформацію та ціни взято з інтернет-магазинів та офіційних сайтів [2, 3, 5–7, 15].

**Програмні та апаратні засоби, які можна використовувати  
для навчання осіб з особливими потребами**

№ з/п	Назва	Призначення	Розробник	Країна	Рік	Ціна
1	Speak-A-Message Talking Computer	Голосовий ввід тексту	Inventivio GmbH	Німеччина	2011	0
2	Voice Command	Голосове управління ОС	Microsoft	США	2003	0
3	Горыныч	Голосове управління ОС та голосовий ввід тексту	VM Tech	Росія	2008	0
4	Obi	Створення книг DAISY	DAISY Consortium	<i>Інформація відсутня</i>	2011	0
5	Pac Mate 20	Брайлівський дисплей	Freedom Scientific	США	<i>Інформація відсутня</i>	€127.8
6	Braille Star 40	Брайлівський дисплей	Handy Tech Electronik GmbH	США	2002	€544
7	Braille Star 80	Брайлівський дисплей	Handy Tech Electronik GmbH	США	2002	€1190
8	Cub Jr. Braille Embosser	Принтер Брайля	View Plus Technologies	США	<i>Інформація відсутня</i>	181000 руб
9	Max Braille Embosser	Принтер Брайля	View Plus Technologies	США	<i>Інформація відсутня</i>	265980 руб
10	Pronto! 18 V3	Органайзер для незрячих	BAUM Retec AG	Німеччина	2012	189000 руб

### Постановка завдання

Метою статті є опис розробленої інтелектуальної інформаційної системи генерування рекомендацій щодо забезпечення якісних умов інклюзивного навчання дітей з особливими потребами в умовах загальноосвітнього навчального закладу.

Для досягнення мети необхідно вирішити такі завдання:

- спроектувати та обґрунтувати структуру системи;
- проаналізувати наявні класи потенційних користувачів та їхні системні ролі;
- розробити алгоритми функціонування машини логічного виведення;
- визначити послідовність виконання дій у процесах інсталяції, верифікації, інтеграції та адміністрування інтелектуального генератора проектів;
- програмно реалізувати спроектовану систему.

Ця система повинна автоматизовано генерувати пропозиції щодо надання специфікацій та детальних рекомендацій з облаштування, технічної, технологічної, навчально-методичної підготовки навчального закладу та забезпечення умов здобуття додаткової освіти вчителями у випадках реорганізації процесів навчання, зорієнтованих на дітей з особливими потребами в умовах загальноосвітнього навчального закладу.

### Принципи побудови та проектування інтелектуальної інформаційної системи

#### Специфікація вимог

Послідовність виконання дій в процесах експлуатації інтелектуальної інформаційної системи генерування проектів забезпечення умов навчання дітей з різними вадами здоров'я така: система спочатку забезпечує проведення певного опитування користувача для визначення проблеми, після отримання результатів опитування програма переходить у стан обробки інформації, машина логічного виведення забезпечує генерування прогнозів, планів та рекомендацій щодо забезпечення

якісних умов навчання дітей з особливими потребами в умовах загальноосвітнього навчального закладу, сформовані рішення виводяться на екран. При цьому програма повинна самонавчатись на базі наявних висновків. Інтерфейс програми користувача повинен бути максимально простим та зрозумілим. Середовищем програмування було обрано CLIPS (C Language Integrated Production System) – продукційну систему, – одне з найпоширеніших інструментальних середовищ для розроблення експертних систем завдяки своїй швидкості, ефективності та безкоштовності [11].

### Проектування структури інтелектуальної інформаційної системи

Структурно інтелектуальна інформаційна система складається з таких блоків: інтерфейс користувача, машина логічного виведення, база знань та підсистема пояснень.

Інтерфейс користувача є текстовим – користувачу системи задаються питання та надаються варіанти відповіді. Після виконання всіх дій на екран виводиться результат – прогнози, плани та рекомендації щодо забезпечення якісних умов навчання дітей з особливими потребами в умовах загальноосвітнього навчального закладу, специфікації та детальні рекомендації з облаштування, технічної, технологічної, навчально-методичної підготовки навчального закладу, пропозиції щодо забезпечення умов здобуття додаткової освіти вчителями у випадках реорганізації процесів навчання, зорієнтованих на дітей з особливими потребами в умовах загальноосвітнього навчального закладу.

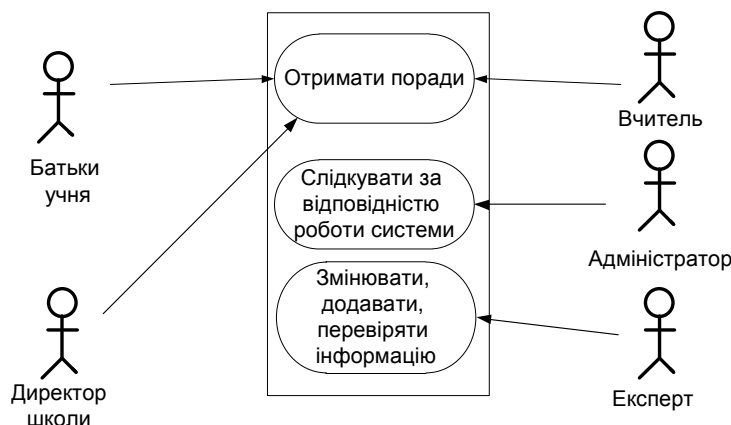


Рис. 1. UML-use case diagram - діаграма прецедентів (варіантів використання системи)

Наявні такі класи потенційних користувачів: директори шкіл, вчителі, батьки дітей з різними вадами та адміністратор системи (див. рис. 1).

Директори шкіл за допомогою цієї системи отримують рекомендації стосовно системних змін організації навчального процесу та обладнання шкільних класів і школи загалом для належного розвитку дітей з особливими потребами, зумовленими вадами зору, слуху та опорно-рухового апарату.

Вчителі отримують пропозиції щодо форм та способів подання навчальної інформації для забезпечення процесів навчання, зорієнтованих на дітей з особливими потребами. Також вчителі отримують пропозиції щодо забезпечення умов здобуття додаткової освіти для отримання навичок навчання дітей з особливими потребами в умовах загальноосвітнього навчального закладу.

Батьки, які обирають школу для своєї дитини з особливими потребами, можуть скористатися цією системою, щоб взнати, як можна забезпечити найкращі умови розвитку для їх сина / дочки. Так вони можуть обрати навчальний заклад, який якнайкраще відповідатиме всім вимогам.

Експерт (наприклад, завуч або медпрацівник навчального закладу) обслуговує цю систему. Він провадить валідацію та верифікацію даних, перевіряє результати роботи системи на тестових (навчальних) прикладах. Експерт має право змінювати базу фактів (базу правил) – модифікувати та поповнювати базу знань.

Адміністратор відповідає за безперешкодну роботу системи.

## Алгоритм функціонування машини логічного виведення

Ця інтелектуальна інформаційна система належить до типу систем підтримки прийняття рішень.

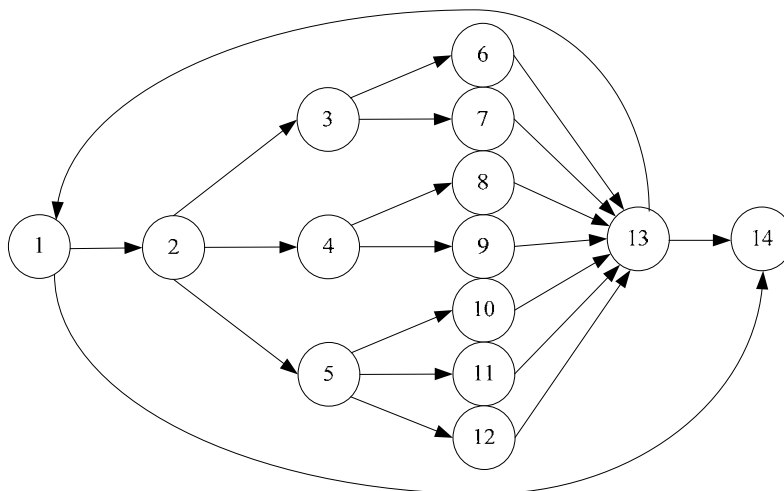


Рис. 2. Схема роботи генератора проектів забезпечення умов для навчання дітей з особливими потребами. Правила: 1 – з’ясування потреби в консультації; 2 – визначення типу проблеми зі здоров’ям учня; 3–5 – конкретизація проблеми; 6–12 – вирішення проблеми

Програма складається з двох функцій та чотирнадцяти правил. Перша функція задає питання згідно із тестом, друга аналізує відповідь і надає розв’язок. За першим правилом (див. рис. 2) з’ясовують, чи потрібна консультація взагалі, тобто чи наявні учні з особливими потребами. За допомогою наступного правила 2 визначають, який недолік здоров’я має учень, а саме проблему із зором, слухом чи опорно-руховим апаратом. Кожна окрема проблема потребує різного вирішення і залежно від деталей рішення змінюється і уточнюється. Для уточнень використовуються правила 3, 4 і 5. Правила 3 і 4 аналізують відповідь користувача і видають відповідь про учнів з вадами слуху і зору відповідно. У програмі розглянуто два типи уражень слуху і зору. Один з них – це повна втрата слуху / зору, а другий – часткова. За допомогою правила 5 генерується проект забезпечення умов для навчання дітей з вадами опорно-рухового апарату. Тут відбувається розподіл за трьома пунктами: учень не ходить, має проблеми із рухом рук та обидва ці пункти. За 6–12 правилами вирішують поставлені проблеми. Детальніше ці рішення будуть розглянуті нижче. Користувачу рішення доводять за допомогою правила 13. Воно забезпечує виведення рішення на екран у доступному вигляді. Потім це правило перезавантажує програму для отримання наступного рішення для іншого учня з його особливостями – тобто після тринадцятого правила виконується знову перше правило. За відсутності потреби в отриманні рішення переходять до чотирнадцятого правила – правила завершення програми. Так генерується проект забезпечення умови навчання учня з особливими потребами.

### Формування та верифікація бази знань

Спочатку для програми будують загальну кількість правил і залежно від характеристики користувача – відповідні гіпотези.

Кожне з чотирьох запитань про стан здоров’я учня, а саме – про зір, слух, рух рук, рух ніг – має три варіанти відповіді: «відсутній», «поганий» та «відмінний» (див. табл. 2). Отже, загалом система містить  $3^4 = 81$  різних станів. При визначенні гіпотез також враховується, що на кожне запитання у користувача може бути відсутня відповідь, така відповідь набуватиме значення «?». Отже, є  $4^4 = 256$  різних гіпотез і ця система має скінченний простір гіпотез.

Гіпотеза  $\langle ?, ?, ?, ? \rangle$  – є найзагальнішою, відповідає випадку відсутніх відповідей всі запитання щодо стану здоров’я учня.

Гіпотеза <відсутній, відсутній, відсутній, відсутній> – є найконкретнішою. При цьому здоров'я учня вважається найгіршим.

Задача даної інтелектуальної інформаційної системи полягає у визначенні висновку для кожної гіпотези. Множину елементів, для яких вже існують висновки, назовемо  $X$ . Згідно із табл. 2,  $X$  – це множина характеристик здоров'я учня, поданих у вигляді таких атрибутів: зір, слух, рух ніг, рух рук. А список усіх гіпотез назовемо  $H$ .

Таблиця 2

Виведення гіпотез

зір	слух	рух рук	рух ніг	висновок
відсутній	поганий	відмінний	відмінний	висновок 1
відмінний	відмінний	відсутній	відмінний	висновок 2
...	...	...	...	...
поганий	відмінний	відмінний	відмінний	висновок N

Для виведення найвірогідніших гіпотез використовується алгоритм LTE (list-then-eliminate) [10], – простий алгоритм знаходження всіх гіпотез, які узгоджуються з навчальними прикладами:

1. Змінній *ПростірВерсій* присвоюємо значення списку усіх гіпотез з  $H$ .

2. Для кожного навчального прикладу  $\langle x, c(x) \rangle$ , де  $c(x)$  – цільова функція, видаляємо з простору видаляємо будь-яку гіпотезу  $h$  із списку гіпотез  $H$ , для якої  $h(x) \neq c(x)$ .

3. Виводимо список гіпотез.

Отже, з простору вилучаються гіпотези, які не відповідають цьому варіанту  $X$ .

Отримані гіпотези групуються в одне рішення і виводяться на розгляд користувача.

Слід зауважити, що у цьому випадку немає потреби переходити від простору гіпотез, що включає множину вказаних 256 прикладів, які обмежені лише кон'юнкціями значень атрибутів, до простору, який охоплює всі можливі гіпотези, побудовані не лише за допомогою кон'юнкцій, а також за допомогою диз'юнкцій та заперечення, оскільки для цієї задачі про кожного конкретного учня відомий стан його здоров'я.

### Визначення послідовності виконання дій у процесі верифікації, інтеграції та адміністрування інтелектуального генератора проектів

Порядок роботи зі створеною системою зображено на рис. 3: користувачу пропонується перелік питань та опис можливих відповідей, доступно описано вирішення проблеми; при цьому користувач може повністю відслідковувати хід виконання програми.

Спочатку користувачу на екрані виводиться вступне запитання. Воно виявляє, чи потребує користувач поради. Відповіддю на це питання є «Yes» або «No». Якщо користувач потребує поради, то натискає «Yes»; а якщо відповідь негативна, то – «No».

Після цього програма обробляє результат і, якщо він позитивний, то програма починає тестування, яке складається з трьох запитань. На кожне запитання користувач повинен відповісти «Yes» або «No».

Спочатку програма запитує про зір учня, який поступає в навчальний заклад. Якщо в учня є проблеми із зором, то користувач повинен натиснути «Yes». У цьому випадку програма переходить до конкретизування проблеми для надання кращої поради. Для цього програма задає додаткове питання, і коли користувач відповідає на нього, то на екран виводиться потрібне рішення.

Потім програма запитує про слух дитини (див. рис. 3). Після цього проводяться подібні операції, що й після попереднього запитання.

Останнім тестовим запитанням є питання, яким з'ясовують стан опорно-рухового апарату учня. Якщо користувач відповідає негативно на поставлене питання, то він підтверджує, що цих проблем немає – тобто що немає такої проблеми, вирішити яку ця система може допомогти. В цьому випадку програма виводить загальні рекомендації щодо навчання осіб з особливими потребами. Потім програма переходить знову на початок роботи.

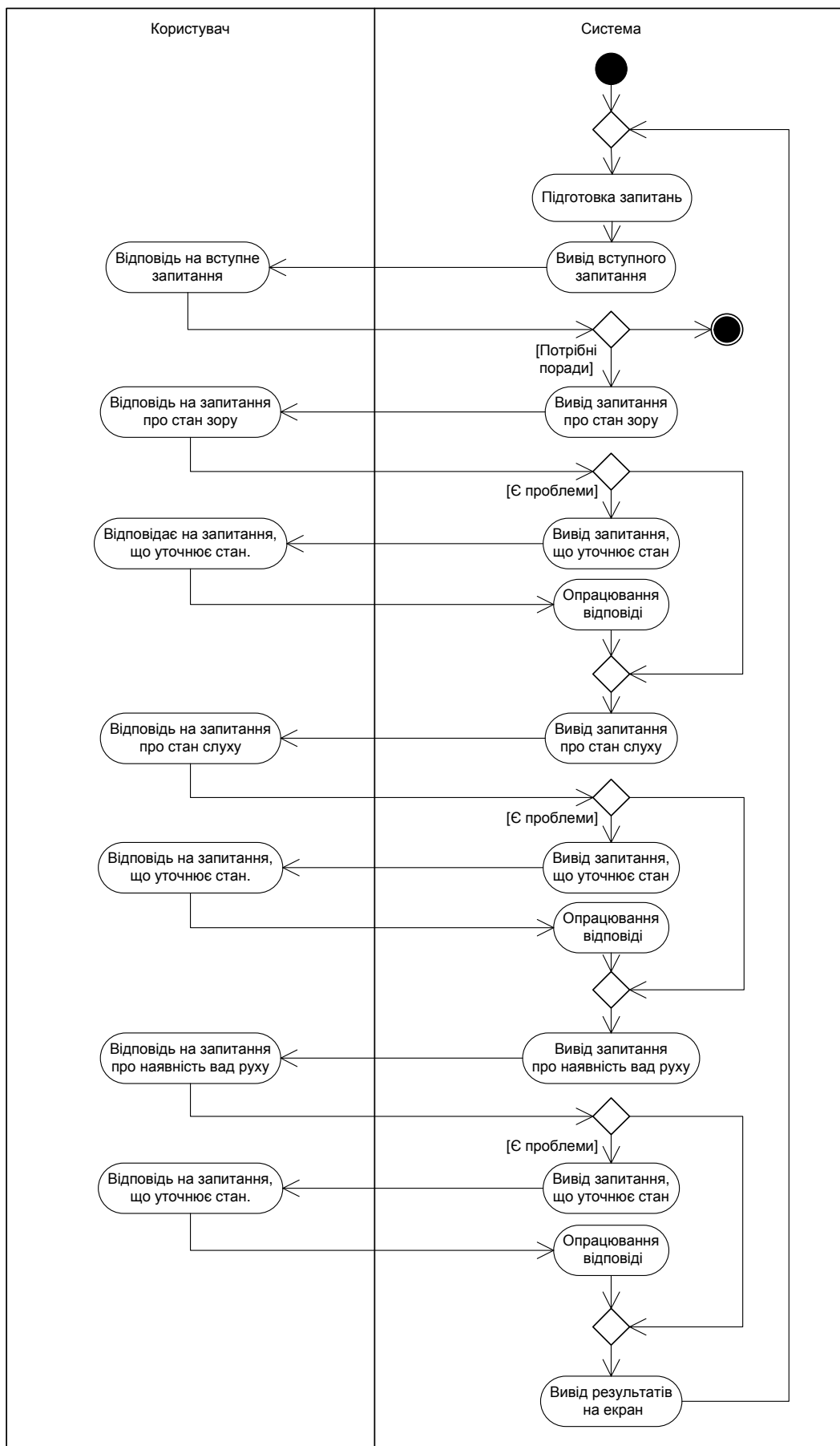


Рис. 3. UML-діаграма діяльності генератора проектів забезпечення умов навчання дітей з особливими потребами

## **Надання специфікацій та детальних рекомендацій з облаштування, технічної, технологічної, навчально-методичної підготовки навчального закладу**

Розглянемо можливі рішення поставленої перед системою проблеми (див. рис. 3).

Спочатку було вивчено проблему навчання дітей з проблемами зору і визначено певне правило (позначене номером 3):

Добре відомо, що за недостатньої роботи одного з органів чуття підвищуються можливості інших. Людина з вадами зору зазвичай краще відчуває на дотик та має гостріший слух, тому для її навчання та розвитку потрібно використовувати ці переваги. Після вивчення проблеми було виявлено такі технології: по-перше, це комп'ютерні технології, які використовують шрифт Брайля: лінійка Брайля, екран Брайля, принтер Брайля. Ці технології забезпечують можливість незрячим людям користуватись комп'ютером. Недолік цих технологій полягає в тому, що, на жаль, дуже мало людей з проблемами зору знають мову Брайля. Причиною цього є те, що багато людей втрачають зір вже в дорослому віці і вони не можуть використовувати руки для читання, оскільки втратили чутливість, але, оскільки мова йде про дітей, які втратили зір, то є можливість навчити їх цієї мови. Інша проблема полягає в тому, що є мало вчителів цієї мови.

По-друге, для навчання незрячих можна використовувати книжки в DAISI-форматі (аудіо-форматі). Це дає можливість людям з вадами зору прослуховувати потрібний для навчання та розвитку матеріал, який є у формі символів.

Система надає поради для директорів шкіл у випадку, якщо потрібно навчати дитину з вадами зору. По-перше, навчальний матеріал потрібно якомога детальніше представляти в аудіо-формі. По-друге, потрібно взяти на роботу вчителів, які знають шрифт Брайля та зможуть навчити цієї мови учнів, а також потрібно проконсультувати вчительський колектив про роботу з дитиною з таким недоліком, як поганий зір. По-третє, потрібно обладнати клас всім необхідним, а саме технологіями, описаними вище. Це рішення виводиться за допомогою висновку за номером 6 (див. рис. 2). Якщо ж дитина має поганий зір (висновок 7), то рекомендується запропонувати учню сидіти за першою партою в класі, якомога ближче до дошки, та простежити, щоб в учня були окуляри, прописані лікарем, для покращення зору. Для людини з поганим зором на комп'ютерах з операційною системою Windows передбачена програма «Екранна лупа». Якщо навчальний матеріал подано в електронному варіанті, то учень може користуватися нею для його освоєння.

Для незрячих людей на комп'ютерах з операційною системою Windows є програма озвучення тексту. Такі системи наявні й для інших операційних систем і доступні для завантаження (наприклад, KPresenter, Govorka). Особливу увагу потрібно приділяти також учням з поганим слухом (правило 4 та висновок 8). Таких дітей потрібно садити якомога ближче до вчителя, щоби вони краще його чули. Весь навчальний матеріал потрібно подавати у візуальному вигляді – це забезпечить рівність навчання всіх студентів: з вадами слуху та здорових. Якщо слух у учня дуже поганий, то потрібно забезпечити його слуховим апаратом.

Якщо ж учень повністю втратив слух (висновок 9), то всі вчителі повинні пройти курс навчання мови жестів. В школу потрібно запросити вчителя мови жестів, щоб діти в школі – як із проблемами слуху, так і без – могли навчатися мови жестів та не мати проблем у спілкуванні між собою. Також потрібно обладнати клас комп'ютерами і встановити на них програму, яка симулює людське мовлення. За допомогою такої програми діти можуть навчитися читати за губами, що набагато полегшить їм навчання та життя. Як і в попередньому випадку, вся навчальна інформація повинна подаватися у візуальному форматі. Інтелектуальна інформаційна система не лише продукує рекомендації стосовно організації навчання дітей з вадами слуху, а й за необхідності – потреби навчання дітей з вадами опорно-рухового апарату (правило 5). У цьому випадку система продукує такі рекомендації.

Якщо майбутній учень має проблеми з ходьбою, то (висновок 10), по-перше, при вході у школу за наявності сходів потрібно встановити пандус. Якщо школа багатопверхова, то повинен бути ліфт. Всі дверні пройми повинні бути достатньо широкими для візочка. Це ж стосується і проходів між рядами парт в аудиторіях. При вході в школу повинна бути кнопка виклику допомоги



в зоні досяжності для дитини на візочку. Якщо учень має проблеми з рухом рук (висновок 11), то насамперед потрібно встановити у класі комп'ютер з програмами голосового вводу тексту та голосового виклику і управління програмами. Ще однією рекомендацією є те, що оцінювати цього учня найкраще за усним опитуванням.

Доволі поширене явище, коли дитина з вадами руху рук або за їх відсутності пише, малює тощо за допомогою ніг. Тому якщо дитині 6–7 років і вона йде в перший клас, то її необхідно навчати письму ногами. Це можна робити паралельно з навчанням звичайному письму інших дітей, а можна й відводити окремі години для навчання саме цієї дитини. Бувають випадки, коли у дитини є проблеми з рухом усіх кінцівок. У такому випадку рекомендується поєднувати рішення з правил 10 та 11. У цьому випадку дитині потрібна буде допомога сторонньої людини.

Кінцева рекомендація даної програми для всіх випадків є такою (висновок 13):

Перед приходом учня з особливими потребами потрібно провести бесіду з колективом вчителів про поводження з цією дитиною. Такому учню потрібно приділяти особливу увагу та забезпечити його влиття в суспільство. Також потрібно попередити батьків тих дітей, що навчатимуться разом з учнем з особливими потребами: вони повинні провести бесіди зі своїми дітьми, адже саме діти бувають дуже жорстокими стосовно слабших. Виконуючи рекомендації, описані в 6–13 правилах програми, можна забезпечити належний розвиток дітей із особливими потребами.

### **Висновки та перспективи подальших наукових розвідок**

Описано розроблену авторами інтелектуальну інформаційну систему генерування проектів забезпечення інклюзивного навчання учнів з особливими потребами в умовах загальноосвітніх навчальних закладів, призначену для директорів, завучів та вчителів шкіл, гімназій, ліцеїв та інших навчальних закладів системи загальної середньої освіти. Переваги такої системи: можливість працювати на різних платформах; можливість використовуватись при написанні систем для людей з фізичними вадами; багатопоточність; використання вчителями загальноосвітніх навчальних закладів; використання для отримання поради у випадку дитини з будь-якими фізичними вадами. Система передбачає можливості щодо надання детальних рекомендації по облаштуванню навчального закладу та додаткової освіти вчителів у випадку навчання в звичайній школі дітей з особливими потребами. Система реалізована засобами CLIPS.

1. Годич О. В. *Комп'ютерне розпізнавання жестів. Програмно-алгоритмічний підхід* / О. В. Годич, М. В. Давидов, Ю. В. Нікольський, В. В. Пасічник, Ю. М. Щербина. – Львів: «Компанія “Манускрипт”», 2011. – 316 с.
2. Нікольський Ю. В., Пасічник В. В., Щербина Ю. М. *Системи штучного інтелекту: навчальний посібник*. – Львів: «Магнолія-2006», 2010.
3. Частиков А., Белов Д., Гаврилова Т. *Разработка экспертных систем. Среда Clips: навч. посібник*. – ВHV, 2003.
4. Конференція «Інформаційні технології серед інвалідів». – Доступ: <http://aik.ua/konferenciya-informacijni-texnologii-sered-invalidiv/>.
5. *Speak-A-Message Talking Computer // Windows7 Styles*. – Режим доступу: <http://windows7styles.ru/raznoe/1010-speak-a-message-talking-computer-709.html>.
6. *Microsoft Gives Mobile Devices a New Voice // Microsoft*. – Access: <http://www.microsoft.com/en-us/news/press/2003/nov03/11-03voicecommandlaunch2003pr.aspx>.
7. Лозицький О. А., Пасічник О. В. *Інформаційні технології бібліотек для людей з вадами зору*. – Доступ: [ena.lp.edu.ua/](http://ena.lp.edu.ua/).
8. *Продукты и технологии для людей, имеющих нарушения зрения // Microsoft*. – Доступ: [www.microsoft.com/ru-ru/enable/technologies\\_navigator/vision.aspx](http://www.microsoft.com/ru-ru/enable/technologies_navigator/vision.aspx).
9. *Daisy consortium*. – Access: [www.daisy.org/](http://www.daisy.org/).
10. *SILMALAEKA HINNAKIRI 2013*. – Access: [silmalaegas.laegas.ee/kataloog/hinnakiri.php?lang=ru\\_EE](http://silmalaegas.laegas.ee/kataloog/hinnakiri.php?lang=ru_EE).
11. Крак Ю. В., Кривонос Ю. Г., Бармак О. В., Тернов А. С., *Інформаційна технологія невербального спілкування людей з вадами слуху*. – Доступ: [www.nbuv.gov.ua/](http://www.nbuv.gov.ua/).
12. *Проект УНТЦ 4373*. – Доступ: [sites.google.com/site/proektuntc4373ua/](http://sites.google.com/site/proektuntc4373ua/).
13. *Україна молода. Електронна газета*. – Доступ: [www.umoloda.kiev.ua/number/708/174/25705/](http://www.umoloda.kiev.ua/number/708/174/25705/).
14. *Sergeyskiba.ru*. – Доступ: <http://sergeyskiba.ru/>.
15. *Smart Aids. Версія для незрячих и слобовидящих*. – Доступ: [www.smartaids.ru/](http://www.smartaids.ru/).