



УДК 004.42:612.845

# ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПОПЕРЕДНЬОЇ ДІАГНОСТИКИ ДИСЛЕКСІЇ У ДІТЕЙ

## SOFTWARE FOR PRELIMINARY DIAGNOSIS OF DYSLEXIA IN CHILDREN

Мельников О.Ю.<sup>1</sup>, Гришук Д. В.<sup>2</sup>  
Melnykov O.Yu.<sup>1</sup>, Hryshchuk D. V.<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Donbas State Engineering Academy, Kramatorsk, Ukraine

ORCID: <sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0003-2701-8051> <sup>2</sup><https://orcid.org/0009-0007-7057-4965>

E-mail: <sup>1</sup>[alexandr@melnikov.in.ua](mailto:alexandr@melnikov.in.ua), <sup>2</sup>[koledzhd@gmail.com](mailto:koledzhd@gmail.com)

Copyright © 2024 by author and the journal “Automation of technological and business – processes”.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



DOI: <https://doi.org/10.15673/atbp.v16i2.2843>

**Анотація.** Визначено проблему відсутності ґрунтовних досліджень та наукових обґрунтувань методик корекційної роботи з дітьми, що мають захворювання на дислексію. Зазначено, що наявні програми для діагностики дислексії побудовані на відповідях дорослих. Сформульовано задачу створення спеціалізованої системи підтримки прийняття рішень для попередньої діагностики дислексії у дітей.

Розглянуто п'ять типів дислексії у дітей: фонематична (діти плутають літери подібні за звучанням, пропускають склади та слова), семантична (техніка читання на достатньому рівні, але дитина не запам'ятовує сенс прочитаного, не може переказати); оптична (слабкість зорового сприйняття, діти плутають літери через низький рівень зорової пам'яті); аграматична (проблеми узгодження слів за відмінками, родами, числами); мнестична (недостатньо засвоєно зв'язок між буквами та звуками, що вони позначають). Розглянуто методи діагностики дислексії, описано певні групи цих методів. Зазначено, що тестування на виявлення цієї хвороби проводиться двома шляхами: зі спеціалістом та за допомогою інтернет-тестів. Наведено перелік недоліків обох підходів.

Сформульовано, що у новому додатку буде текст, який повинна прочитати дитина. Дорослий має вести текст саме так, як прочитала дитина, з усіма наявними помилками. Програма проаналізує помилки та видасть один або декілька уточнювальних текстів, з якими потрібно повторити ті самі дії. Крім цього, дорослий має перевірити, чи зрозуміла дитина прочитане та обрати один з запропонованих варіантів (повністю розуміє, розуміє частково, розуміє деякі слова, взагалі не розуміє). На підставі помилок буде проводитися аналіз та розраховуватися ймовірність наявності кожного з видів дислексії, а також рекомендації про звернення до спеціалістів для уточнення діагностики.

Наведено структуру проєктованого додатка у вигляді діаграми класів. Виконано реалізацію моделі за допомогою середовища візуального програмування Lazarus. Розроблено та протестовано додаток, наведено приклад його роботи. Зроблено висновки, що розроблене програмне забезпечення можна використовувати як тест для попередньої діагностики дислексії у дітей у початкових класах школи. Воно дозволить швидко виявити дітей, яким потрібна діагностика у логопеда та психоневролога з подальшою корекційною роботою для подолання або послаблення симптомів дислексії.

**Abstract.** The problem of the lack of thorough research and scientific substantiation of the methods of corrective work with children with dyslexia was identified. It is noted that existing programs for the diagnosis of dyslexia are based on the answers of adults. The task of creating a specialized decision support system for preliminary diagnosis of dyslexia in children is formulated.

Five types of dyslexia in children are considered: phonemic (children confuse letters that are similar in sound; skip syllables and words); semantic (reading technique is at a sufficient level, but the child does not remember the meaning of what is read; cannot retell it); optical (weakness of visual perception; children confuse letters due to a low level of visual memory); agrammatic (problems of matching words by cases, genders, numbers); mnestic (insufficiently mastered the connection between letters and the sounds they denote). The methods of diagnosis of dyslexia are considered, and certain groups of these methods are described. It is noted that testing for the detection of this disease is carried out in two ways: with a specialist and with the help of Internet tests. A list of the disadvantages of both approaches is given.



*It is stated that the new application will contain a text that the child must read. An adult should enter the text exactly as the child read it, with all the mistakes. The program will analyze the errors and issue one or more clarifying texts with which you need to repeat the same actions. In addition, the adult should check whether the child understood what was read and choose one of the proposed options (completely understands, partially understands, understands some words, or does not understand at all). Based on the errors, an analysis will be made, and the probability of each type of dyslexia will be calculated, as well as recommendations for referral to specialists to clarify the diagnosis.*

*The structure of the designed application is given in the form of a class diagram. The model was implemented using the Lazarus visual programming environment. The application has been developed and tested, and an example of its operation is given. It was concluded that the developed software can be used as a test for the preliminary diagnosis of dyslexia in children in primary school grades. It will make it possible to quickly identify children who need diagnosis from a speech therapist and a psychoneurologist, followed by corrective work to overcome or alleviate the symptoms of dyslexia.*

**Ключові слова:** розлад читання, логопедія, дислексія, моделювання, Lazarus.

**Key words:** reading disorder, speech therapy, dyslexia, modeling, Lazarus.

**Вступ.** Дислексія визначається як стійка нездатність опанувати навичку читання при нормальному рівні інтелекту в оптимальних умовах навчання [1]. За даними Міжнародної асоціації дислексії [2], 12% населення мають цю хворобу. В Україні дислексію почали розглядати як порушення, що потребує корекційних занять, лише у 2017 році, й Україна ще не має ґрунтовних досліджень та наукових обґрунтувань методик корекційної роботи з такими дітьми. Але при цьому дислексія вже активно діагностується, і зафіксованих випадків щорічно більше, що свідчить про надзвичайну актуальність даної проблеми.

Наявні програми для діагностики дислексії побудовані на відповідях дорослих «чи часто дитина плутає букви в словах», «чи добре розрізняє зображення» тощо. Крім того, ці тести можуть дати висновок щодо відсутності підстав для підозри на дислексію людині, у якої вона була діагностована у 8 років. Тому актуальним постає питання створення спеціалізованої системи підтримки прийняття рішень для попередньої діагностики дислексії у дітей.

**Аналіз літературних даних і постановка проблеми.** З урахуванням ушкодження операції читання вирізняють такі види дислексії у дітей: фонематична, семантична, оптична, аграматична, мнестична [3]. Фонематична – діти плутають літери подібні за звучанням, пропускають склади та слова (часто супроводжує мовленнєві розлади); семантична – техніка читання на достатньому рівні, але дитина не запам'ятовує сенс прочитаного, не може переказати; оптична – слабкість зорового сприйняття, порушення зорового синтезу та аналізу; аграматична – проблеми узгодження слів за відмінками, родами, числами; мнестична – недостатньо засвоєно зв'язок між буквами та звуками, що вони позначають через низький рівень зорової пам'яті.

Оскільки існує 5 форм дислексії, то методи діагностики цього відхилення повинні містити тести на усі види дислексії. Внаслідок цього їх можна розділити на певні групи.

Група 1 – перевірка на фонематичну дислексію. Ця група охоплює тести для перевірки фонематичного слуху. Порушення фонематичного слуху спричиняє заміну глухих звуків дзвінками, твердих – м'якими, свистячих – шиплячими, перестановку звуків та складів у словах, пропуск приголосних або вставка голосних між приголосними, пропуск або додавання складів. Тестування містить дослідження суцесивних функцій, дослідження сприймання мовлення на фонетичному рівні, дослідження фонематичної диференціації звуків. Дослідження суцесивних функцій містить в собі усне відтворення складів. Дитина має прослухати та повторити ряд складів. Для дослідження сприймання мовлення на фонетичному рівні застосовують складові таблиці Штерна, Б. Покрозького. Дитина має прослухати та повторити склади: ра, шо, ла, су, то, го, рі, ха, ми, но, ро, се, за, ми, ге, си, рак, гам, гок, рас, рен, нем, док, роб, шаз, тор, сак, дау, бом, шар, око, бро, гра, нио, бла, тру, амо, зри, кри, вне». Для дослідження фонематичної диференціації звуків дитина має прослухати та відтворити склади з опозиційними звуками (та-да-та; па-ба-па; са-ша; ла-ра-ла; ма-мя; ли-лі; са-за; за-ца). Можна також використати завдання виду: не називаючи малюнки, дитина має розкласти їх на дві купки: перша — зі звуком [С], друга — зі звуком [Ш]. [4]

Група 2 – перевірка на семантичну дислексію. Ця група містить тести для перевірки сформованості уявлень про синтаксичні зв'язки слів у реченні. При цьому виді порушень слово в процесі читання сприймається ізольовано, без зв'язку з іншими словами у реченні. Порушення уявлень про синтаксичні зв'язки спричиняє сприйняття слів відокремлено. Аналогічно, при поділі слова на склади, кожен склад теж сприймається ізольовано, а не як частина слова. Тому при читанні по складах дитина не розуміє, яке слово вона прочитала. А при читанні речення – не розуміє його змісту. Тестування складається з перевірки звукоскладового синтезу та перевірки розуміння прочитаного. Для перевірки звукоскладового синтезу використовуються такі завдання: вимовити слова, подані у вигляді послідовно вимовлених ізольованих звуків з короткою паузою між ними (м, о, р, е); відтворити слова та речення, написані або вимовлені по складах (Ді-ти чи-та-ють о-по-ві-дан-ня). Для перевірки розуміння прочитаного дитина має прочитати речення або текст і підібрати картинку відповідно до прочитаного або відповісти на питання.

Група 3 – перевірка на аграматичну дислексію. Ця група містить тести для перевірки сформованості граматичного ладу мови. Порушення сформованості граматичного ладу мови спричиняє проблеми з відмінковими закінченнями іменників, диференціацією однини та множини дієслів, синтаксичним аналізом



речення та узгодженням частин мови в числі, роді, відмінку. Тестування складається з: дослідження синтаксичних узагальнень, синтаксичного аналізу та синтезу; дослідження морфологічних узагальнень, аналізу та синтезу. Дослідження синтаксичних узагальнень, синтаксичного аналізу та синтезу поділяється на: синтаксичний аналіз речення; поділ суцільного тексту на речення; складання речень зі слів, які подані в початковій формі; визначення кількості та послідовності слів у реченні. Дослідження морфологічних узагальнень, аналізу та синтезу поділяється на: вживання іменників в однині й множині в різних відмінках, узгодження іменників із прикметником за родом та числом, диференціація однини й множини дієслів.

Група 4 – перевірка на мнестичну дислексію. Ця група містить тести для перевірки встановлення звукобуквених зв'язків та мовної пам'яті. Внаслідок порушень цього типу всі букви засвоюються вкрай складно. Це порушення проявляється у пропуску дитиною літер або їх випадковій заміні. Тобто заміна літер при цьому виді дислексії відбувається хаотично, безсистемно. Тестування складається з тестування пам'яті та перевірки запам'ятовування букв. Для тестування пам'яті дається невеликий вірш, буквально на 2 строки. При цьому виді порушень дитині буде дуже складно його запам'ятати та буквально через 10 хвилин вона вже не зможе його відтворити. Для перевірки запам'ятовування букв можна використати картинки з буквами, а потім дати дитині прочитати невеликий простий текст.

Група 5 – перевірка на оптичну дислексію. Ця група містить тести для перевірки зорового гнозису, аналізу та синтезу, ступеня розвитку оптико-просторових уявлень. Порушення цього типу спричиняють проблеми з розпізнаванням літер, записаних одна над одною, діти не можуть відрізнити правильну літеру від неправильної, погано конструюють знайомі літери, не можуть додати елемент, якого не вистачає до літери. Не можуть точно відтворити малюнок з великою кількістю деталей. Тестування складається з дослідження графомоторних навичок та перевірки на розпізнавання схожих за написанням або виглядом літер. Для цього проводяться графічні проби, дослідження самоконтролю на письмі. Для графічних проб використовують малюнок з великою кількістю деталей та оцінюють точність його відтворення дитиною, також можна використати простий орнамент, який дитина має продовжити. Для дослідження самоконтролю на письмі використовується завдання виду: дитина має порівняти текст, записаний праворуч зі зразком та виправити помилки.

Тестування на виявлення цієї хвороби проводиться двома шляхами: зі спеціалістом; за допомогою інтернет-тестів. Обидва методи мають суттєві недоліки.

У випадку тестування спеціалістом – це, як правило, або нейропсихолог, або логопед. І кожен тестує лише те, що стосується його сфери діяльності. Наприклад, якщо батьки дитини звертаються в центр по роботі з психологічними труднощами та порушеннями їм можуть запропонувати пройти тестування на дислексію, яке, як правило, складається з тестів WISK-IV, WAIS-IV та NEPSYII. З яких тільки останній можна вважати інформативним, оскільки перші два – це тести на визначення рівня інтелекту, який у дітей з дислексією не порушений, тобто знаходиться в рамках вікової норми. Діагностика у логопеда більш інформативна. Але побудована на стандартних методах: читання тексту; повторення літер, слів, речень; робота з малюнками; перевірка координації та рухових навичок; перевірка пам'яті. Це потребує досить тривалого часу та зусиль.

В Україні спеціалісти, які достатньо обізнані та можуть провести якісну діагностику, мешкають тільки у великих містах (Київ або Львів) і знайти їх досить важко. Недоліком другого методу є те, що усі наявні тести побудовані на принципі анкетування дорослого [5]. Тобто дорослий відповідає на питання тесту. Він може не помітити закономірність або відповісти невірно. Відповідно отримані результати будуть неправдивими. Окрім цього, тести видають результат у вигляді загальної фрази на кшталт: дислексія не виявлена, є імовірність дислексії тощо (рис. 1).



Дислексії Укр-Прокат Пройдіть тест Фахівців Проєктів



1. Вашій дитині важко переходити від читання букв та/або складів до читання цілих слів

- скоріше за все так  
 скоріш за все, ні

2. Під час читання дитина може «загубити» рядки, пропустити їх

- скоріше за все так  
 скоріш за все, ні

3. Під час читання дитина вимовляє один і той самий рядок кілька разів

- скоріше за все так  
 скоріш за все, ні

4. Під час читання дитина неправильно вимовляє літери, схожі за стилем. Наприклад, він може прочитати 'кофова' замість 'корова', 'пюж' замість 'нюж'

- скоріше за все так  
 скоріш за все, ні

Рис. 1 – Приклад наявного тестування

Fig. 1 – Example of available testing

**Постановка задачі та проєктування системи.** Якщо програма буде показувати результати у вигляді імовірності (в %) для кожного виду дислексії, то спеціалісту, що буде проводити остаточну діагностику, буде зрозуміло, як саме краще протестувати дитину.

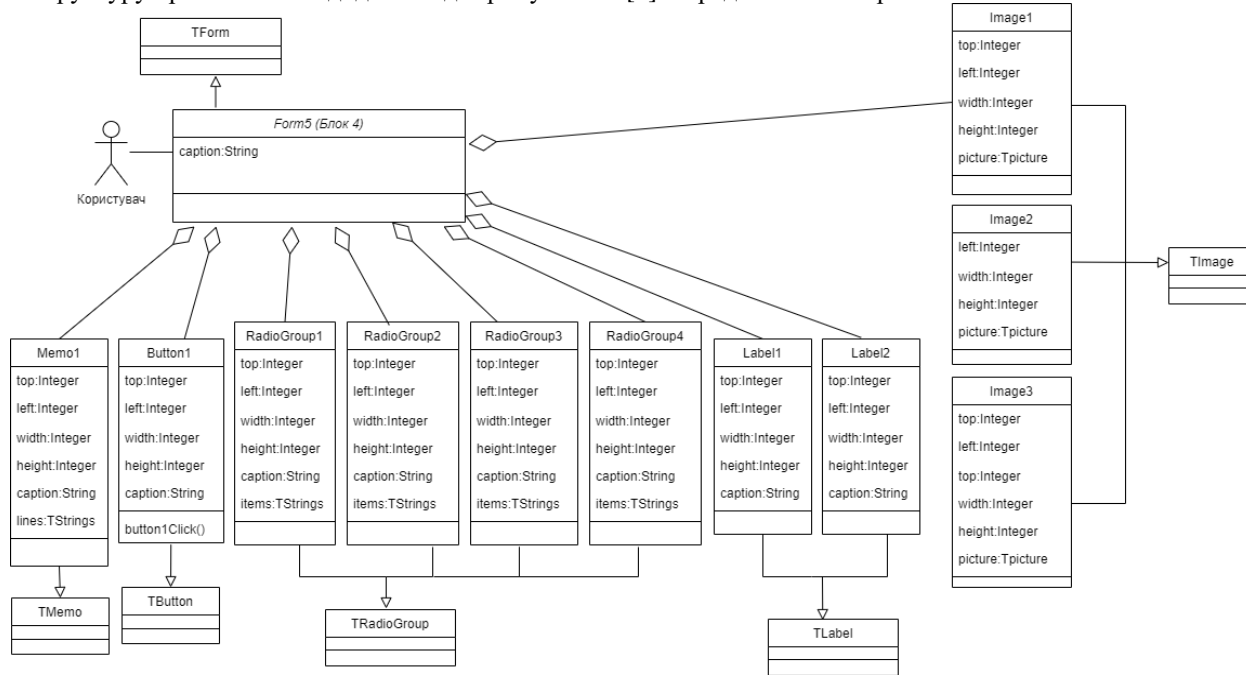


Саме ці недоліки другого методу і повинен виправити новий додаток. Програма буде побудована на аналізі помилок, яких припустилась дитина під час тестування.

У програмі буде текст, який повинна прочитати дитина. Дорослий має ввести текст саме так, як прочитала дитина, з усіма наявними помилками. Програма проаналізує помилки та видасть один або декілька уточнювальних текстів, з якими потрібно повторити ті самі дії. Тобто дитина читає, дорослий вводить те, як дитина цей текст відтворила. Крім цього, дорослий має перевірити, чи зрозуміла дитина прочитане та обрати один з запропонованих варіантів (повністю розуміє, розуміє частково, розуміє деякі слова, взагалі не розуміє).

На підставі помилок проводиться аналіз та видається імовірність наявності кожного з видів дислексії та рекомендації про звернення до спеціалістів для уточнення діагностики [6].

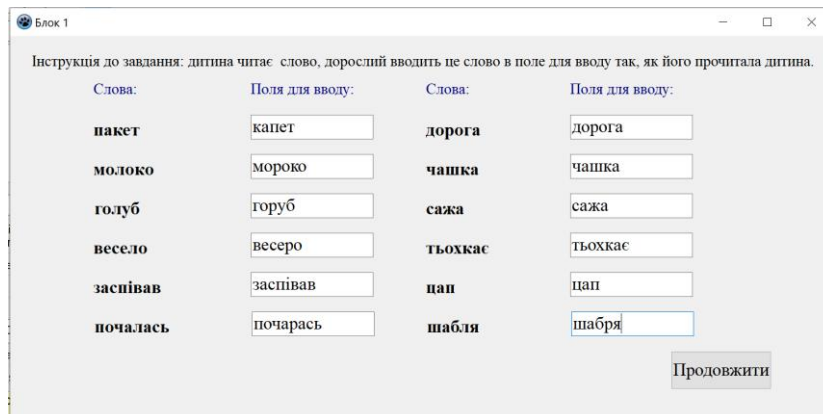
Структуру проєктованого додатка – діаграму класів [7] – представлено на рис. 2.



**Рис. 2 – Структура програми – діаграма класів**  
**Fig. 2 – Program structure – class diagram**

**Результати досліджень.** Програмне забезпечення реалізовано мовою програмування Object Pascal в середовищі візуального програмування Lazarus. Додаток складається з початкової форми, 4 блоків для тестування на різні форми дислексії та форми з результатами тестування.

Форма «Блок 1» – для тестування на фонетичну, оптичну та мнестичну дислексію. На цьому етапі дитина має прочитати слова, дорослий – ввести ці слова у поля для вводу саме так, як їх прочитала дитина. Над кожним завданням розміщено інструкцію для його виконання. Приклад виконаних завдань цього блоку наведено на рис. 3. Для переходу до наступного блоку завдань потрібно натиснути на кнопку «Продовжити». Після її натиснення додаток перевіряє, чи внесено усі відповіді. Якщо так – переходить до наступної форми. Якщо ні – видає повідомлення про те, що не усі завдання виконані. Така ж перевірка відбувається після виконанні кожного з блоків.



**Рис. 3 – Форма додатку з відповідями на завдання блоку 1**  
**Fig. 3 – Application form with answers to the tasks of block 1**



При аналізі результатів виконання цього блоку використовуються три лічильники (f, o, m) для підрахунку помилок окремо по кожному виду дислексії. Для кожного слова аналізуються усі форми помилок, типові для цього виду дислексії. Зразок аналізу слова «цап» наведено на рис. 4.

```

if Edit10.Text<>'цап' then
begin
p:=0;
pl:=0;
if Edit10.Text='цап' then p:=p+1;
if Edit10.Text='цаб' then p:=p+1;
if Edit10.Text='цаб' then p:=p+2;
if Edit10.Text='цацап' then p:=p+2;
if Edit10.Text='цацаб' then p:=p+2;
if Edit10.Text='цацаб' then p:=p+2;
if Edit10.Text='цацап' then p:=p+2;

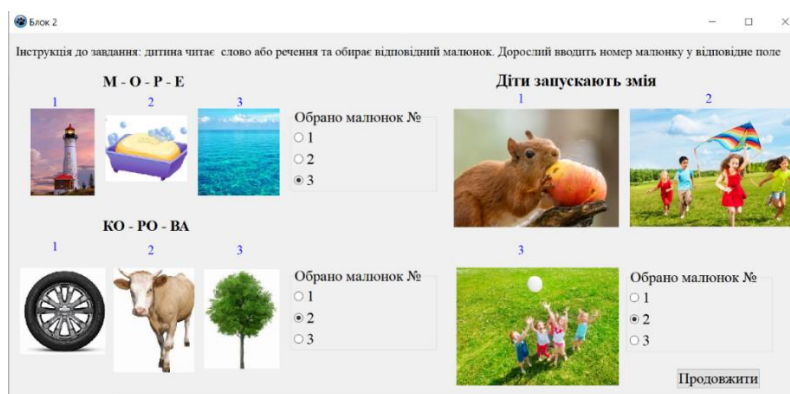
if Edit10.Text='цап' then pl:=pl+1;

f:=f+p;
o:=o+pl;
if (p=0) and (pl=0) then m:=m+1;
end;

```

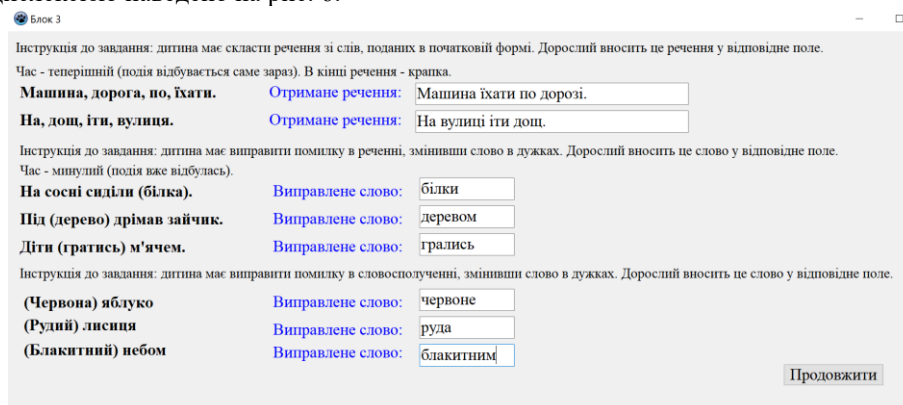
**Рис. 4 – Аналіз слова «цап»**  
**Fig. 4 – Analysis of the word "cap"**

Блок 2 містить завдання для тестування на семантичну дислексію. Дитина повинна прочитати слова та речення та обрати відповідний до прочитаного малюнок. Приклад виконаних завдань цього блоку наведено на рис. 5.



**Рис. 5 – Форма додатку з відповідями на завдання блоку 2**  
**Fig. 5 – Application form with answers to the tasks of block 2**

Блок 3 містить завдання для тестування на аграматичну дислексію. Дитина повинна скласти речення зі слів, наведених в початковій формі та виправити помилки в словосполученнях. У цьому блоці тестується наскільки добре дитина орієнтується у відмінках іменників й прикметників та часах дієслів. Аналіз виконаних завдань відбувається аналогічно до аналізу завдань блоку 1. Приклад виконаних завдань цього блоку дитиною з аграматичною дислексією наведено на рис. 6.



**Рис. 6 – Зразок відповідей на питання блоку 3**  
**Fig. 6 – Sample answers to the questions of block 3**

Блок 4 містить завдання для тестування на мнестичну дислексію. У першому завданні цього блоку дитина повинна протягом 3 хвилин вивчити невеликий віршик. У другому завданні – розрізнити по 2 літери, що розташовані одна над одною. Результати цього блоку аналізуються разом з результатами блоку 1. Приклад виконаних завдань цього блоку наведено на рис. 7.



Блок 4

Інструкція до завдання: дитина має вивчити вірш і розповісти його. На виконання завдання дається 3 хвилини.

**Вовк ведмеда розбудив:**  
— Вже весна, гуляти йди!  
Вліз велетень з бартогу —  
Вовк втікає в ліс від нього.

Дитина розповіла вірш:

- повністю вірно
- пропустила або змінила деякі слова з збереженням змісту
- пропустила або змінила слова без збереження змісту
- повторила лише деякі слова
- не змогла впоратись з завданням

Інструкція до завдання: дитина має розпізнати літери, зображені на малюнку.

<b>Ж</b>	Дитина розпізнала:	<b>М</b>	Дитина розпізнала:
<b>К</b>	<input checked="" type="radio"/> обидві літери	<b>Н</b>	<input checked="" type="radio"/> обидві літери
	<input type="radio"/> одну з літер		<input type="radio"/> одну з літер
	<input type="radio"/> не розпізнала жодної		<input type="radio"/> не розпізнала жодної

Дитина розпізнала:

- обидві літери
- одну з літер
- не розпізнала жодної

Продовжити

Рис. 7 – Форма додатку з відповідями на завдання блоку 4

Fig. 7 – Application form with answers to the tasks of unit 4

Для отримання результатів тесту потрібно натиснути кнопку «Отримати результати». Після цього відбувається розрахунок ймовірності кожної з форм дислексії шляхом ділення кількості помилок цього виду, допущених дитиною під час тестування, на максимальну кількість помилок цього виду. Результати розрахунків виводяться на екран. У випадку, коли хоча б одна з ймовірностей становить 20 або більше відсотків – на екран виводиться додаткове повідомлення про те, що дитина потребує консультації логопеда (рис. 8).

Результати тестування

Отримати результати тестування

Фонетична дислексія (ймовірність)	19	%
Семантична дислексія (ймовірність)	0	%
Аграматична дислексія (ймовірність)	20	%
Оптична дислексія (ймовірність)	0	%
Мнестична дислексія (ймовірність)	9	%

Один або кілька результатів тестів мають ймовірність від 20%. Потрібна консультація логопеда!

**Увага! Результати даного тесту є попередніми.**  
Для уточнення результатів потрібна консультація логопеда!

Вихід

Рис. 8 – Результати тестування

Fig. 8 – Test results

**Висновки.** Розроблене програмне забезпечення дозволяє проводити попередню діагностику дислексії у дітей з розрахунком ймовірності наявності кожного з видів дислексії. Створений додаток можна використовувати як тест для попередньої діагностики дислексії у дітей у початкових класах школи. Він дозволить швидко виявити дітей, яким потрібна діагностика у логопеда та психоневролога з подальшою корекційною роботою для подолання або послаблення симптомів дислексії.

#### Список використаних джерел

- [1]. Іноді низька успішність дітей у школі має пояснення: що з цим робити? [Електронний ресурс] – Режим доступу: [https://galinfo.com.ua/news/inodi\\_nyzka\\_uspishnist\\_ditey\\_u\\_shkoli\\_maie\\_poyasnennya\\_shcho\\_z\\_tsym\\_robity\\_407073.html](https://galinfo.com.ua/news/inodi_nyzka_uspishnist_ditey_u_shkoli_maie_poyasnennya_shcho_z_tsym_robity_407073.html)
- [2]. International Dyslexia Association [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.dyslexiaida.org>
- [3]. Логопсихологія – Конопляста С.Ю. – Порушення писемного мовлення [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.westudents.com.ua/glavy/78360-porushennya-pisemnogo-movlennya.html>
- [4]. Логопедія. Підручник. / За ред. М.К. Шеремет. К.: Видавничий Дім «Слово». 2010. 376 с.
- [5]. Тест на дислексію для дітей онлайн [Електронний ресурс] – Режим доступу: [https://dslxcommunity.com/test\\_kids](https://dslxcommunity.com/test_kids)
- [6]. Гришук Д. В., Мельников О. Ю. Постановка задачі створення системи підтримки прийняття рішень для попередньої діагностики дислексії у дітей // Сучасні комп'ютерні системи та мережі в управлінні: матеріали VI Всеукраїнської наук.-практ. Інтернет-конф. здобувачів вищої освіти та молодих вчених (30 листопада 2023 р., м. Хмельницький, м. Херсон) / за ред. А. А. Григорової. Херсон: Книжкове видавництво ФОП Вишемирський В. С. 2023. С. 155–157.
- [7]. Мельников О. Ю. Об'єктно-орієнтований аналіз і проектування інформаційних систем: посібник для студентів спеціальностей «Системний аналіз» та «Інформаційні системи та технології». Вид. 3-є, перероб. та доп. Краматорськ: ДДМА. 2020. 208 с.

#### References

- [1]. Inodi nyzka uspishnist ditej u shkoli maye poyasnennya: shho z cym robity? [Electronic resource] – [https://galinfo.com.ua/news/inodi\\_nyzka\\_uspishnist\\_ditey\\_u\\_shkoli\\_maie\\_poyasnennya\\_shcho\\_z\\_tsym\\_robity\\_407073.html](https://galinfo.com.ua/news/inodi_nyzka_uspishnist_ditey_u_shkoli_maie_poyasnennya_shcho_z_tsym_robity_407073.html)
- [2]. International Dyslexia Association [Electronic resource] – <http://www.dyslexiaida.org>



- [3]. Logopsychologiya – Konoplyasta S.Yu. – Porushennya pysemnogo movlennya [Electronic resource] – <https://www.westudents.com.ua/glavy/78360-porushennya-pisemnogo-movlennya.html>
- [4]. Logopediya. Pidruchnyk. / Za red. M.K. Sheremet. K.: Vydavnychyj Dim «Slovo». 2010. 376 s.
- [5]. Test na dysleksiyu dlya ditej onlajn [Electronic resource] – [https://dslxcommunity.com/test\\_kids](https://dslxcommunity.com/test_kids)
- [6]. Gryshhuk D. V., Melnykov O. Yu. Postanovka zadachi stvorennya systemy pidtrymky pryjnyattya rishen dlya poperednoyi diagnostyky dysleksiyi u ditej // Suchasni komp'yuterni systemy ta mrezhi v upravlinni: materialy VI Vseukrayinskoyi nauk.-prakt. Internet-konf. zdobuvachiv vyshhoji osvity ta molodyx vchenykh (30 lystopada 2023 r., m. Xmelnyczkyj, m. Xerson) / za red. A. A. Grygorovoyi. Xerson: Knyzhkove vydavnytstvo FOP Vyshemyrskyj V. S. 2023. S. 155–157.
- [7]. Melnykov O. Yu. Ob'ektno-orijentovanyj analiz i proyektuvannya informacijnyx system: posibnyk dlya studentiv specialnostej «Systemnyj analiz» ta «Informacijni systemy ta texnologiyi». Vyd. 3-ye, pererob. ta dop. Kramatorsk: DDMA. 2020. 208 s.

Отримана в редакції 15.05.2024. Прийнята до друку 30.05.2024. Received 15 May 2024. Approved 30 May 2024. Available in Internet 23 July 2024

УДК 004.04

## AUTOMATIC SOLVING OF PHYSICS WORD PROBLEMS

### АВТОМАТИЧНЕ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ТЕКСТОВИХ ЗАДАЧ З ФІЗИКИ

Popov Ruslan<sup>1</sup>, Karpenko Nadiia<sup>2</sup>  
Попов Р. О.<sup>1</sup>, Карпенко Н. В.<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-6982-2993>, <https://orcid.org/0000-0003-4700-6357>

E-mail: [popov\\_ro@ffeks.dnu.edu.ua](mailto:popov_ro@ffeks.dnu.edu.ua), [karpenko\\_n@ffeks.dnu.edu.ua](mailto:karpenko_n@ffeks.dnu.edu.ua)

Copyright © 2024 by author and the journal “Automation of technological and business – processes”.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



DOI: <https://doi.org/10.15673/atbp.v16i2.2853>

**Abstract.** We present a system that solves simple physics word problems (PWP) stated in the English language. The main feature of the system is that it is deterministic and yields a correct solution based on real physics formulas. The program generates the solution in a tabular form, showing givens, unknowns, and solution steps.

We performed a thorough analysis on the previous work in this field. Most of the research was accumulated in math word problem (MWP) solvers. We have found that these programs are not capable of solving problems from Ukrainian physics textbooks.

We identified several types of physics problems: theoretical, value conversion, value comparison, unknowns finding, value change. We developed separate problem-solving strategies for each type.

The program uses named entity recognition (NER), a technique in natural language processing (NLP), to identify key elements in the problem text. We created a set of rules for marking these entities. Then, problem type recognition is performed. Depending on the type, the list of entities is converted into the internal problem representation.

Value conversion and comparison problems are easy to handle. We developed a recursive algorithm for solving unknowns-finding problems which turned out to be a simplified version of Stanford Research Institute Problem Solver (STRIPS) algorithm. However, developing a universal algorithm for solving value-change problems presents a significant challenge. We believe this problem type belongs to the NP-hard class, indicating inherent difficulty in finding optimal solutions.

The interface of the program is a web-application. The user can type the problem text and see the solution on a web page. Additionally, the result of NER is presented.

Constructing a general problem solver is challenging. While our program can solve basic physics problems, complex problems involving forces, energy, etc., remain unsolved. However, our solver has great potential for future development. We have thoroughly analyzed its capabilities and limitations and proposed ideas for future research.

**Анотація.** У статті запропоновано метод розв'язання простих текстових задач з фізики (PWP), складених англійською мовою. Ця ідея була реалізована у вигляді програмного забезпечення. Головною особливістю