

Розробка адаптивного навчального програмного забезпечення з теми «Дробові числа» для учнів 5 класу

Маргарита Євгеніївна Петрова¹, Михайло Михайлович Мінтій¹,
Сергій Олексійович Семеріков¹[0000-0003-0789-0272],
Наталія Павлівна Волкова²[0000-0003-1258-7251]

¹ Криворізький державний педагогічний університет,
пр. Гагаріна, 54, м. Кривий Ріг, 50086, Україна
{reetta.me14, mikhail.mintii9, semerikov}@gmail.com

² Університет імені Альфреда Нобеля,
вул. Січеславська Набережна, 18, м. Дніпро, 49000, Україна
npvolkova@yahoo.com

Анотація. *Об'єкт дослідження* – розробка веб-орієнтованого програмного забезпечення для підтримки навчання математики у закладах загальної середньої освіти. *Предмет дослідження* – розробка адаптивного навчального програмного забезпечення з теми «Дробові числа» для учнів 5 класу закладів загальної середньої освіти. *Мета дослідження* – теоретично обґрунтувати, розробити та експериментально перевірити адаптивне навчальне програмне забезпечення з теми «Дробові числа» для учнів 5 класу закладів загальної середньої освіти. *Завдання дослідження:* 1) проаналізувати стан проблеми розробки та використання адаптивного програмного забезпечення для навчання математики; 2) обґрунтувати вибір засобів розробки адаптивного навчального програмного забезпечення для учнів середньої школи; 3) розробити та експериментально перевірити адаптивне навчальне програмне забезпечення з теми «Дробові числа» для учнів 5 класу закладів загальної середньої освіти. Результати експериментального навчання з використанням розробленого програмного забезпечення показали, що виконана розробка не уявляє зміну індивідуальних особливостей учня (у тому числі психологічних) у процесі навчання. Це визначає наступні шляхи його розвитку, спрямованого на підвищення рівня адаптивності: індивідуалізація навчальних впливів; формалізація та реалізація моделі учня; урахування процесуальних характеристик навчання у моделі учня.

Ключові слова: ІКТ у навчанні математики, дробові числа, адаптивне програмне забезпечення.

Development of adaptive educational software on the topic of “Fractional Numbers” for students in grade 5

Marharyta Ye. Petrova¹, Mykhailo M. Mintii¹, Serhiy O. Semerikov¹[0000-0003-0789-0272]
and Nataliia P. Volkova²[0000-0003-1258-7251]

¹ Kryvyi Rih State Pedagogical University, 54, Gagarin Ave., Kryvyi Rih, 50086, Ukraine
{reetta.me14, mikhail.mintii9, semerikov}@gmail.com

² Alfred Nobel University, 18, Naberezhna Sicheslavska St., Dnipro, 49000, Ukraine
npvolkova@yahoo.com

Abstract. The *object of the research* is the development of Web-based software to support mathematics education in general secondary education institutions. The *subject of the research* is the development of adaptive educational software on the subject of “Fractional numbers” for students in grade 5 of general secondary education institutions. The *purpose of the study* is to theoretically substantiate, develop, and experimentally test adaptive learning software on the topic “Fractional numbers” for students in grade 5 of general secondary education institutions. The *objectives of the study*: 1) to analyze the state of the problem of developing and using adaptive software for teaching mathematics; 2) to substantiate the choice of development tools for adaptive educational software for secondary school students; 3) to develop and experimentally test adaptive educational software on the subject of “Fractional numbers” for students in grade 5 of general secondary education institutions. The *results of experimental training* using the developed software have shown that the development is not taking into account the change in the individual characteristics of the student (including psychological) in the learning process. This determines the following ways of its development, aimed at improving the level of adaptability: individualization of learning effects; formalization and implementation of the student model; taking into account the procedural characteristics of training in the student model.

Keywords: ICT in teaching mathematics, fractional numbers, adaptive software.

1 Вступ

Ключова реформа Міністерства освіти і науки України – «Нова українська школа», головна мета якої – створити школу, у якій буде приємно навчатись і яка даватиме учням не тільки знання, як це відбувається зараз, а й вміння застосовувати їх у житті [20]. Серед 10 ключових компетентностей нової української школи важливе місце займає математична компетентність, що включає в себе культуру логічного і алгоритмічного мислення, уміння застосовувати математичні (числові та геометричні) методи для вирішення

прикладних завдань у різних сферах діяльності, здатність до розуміння і використання простих математичних моделей та уміння будувати такі моделі для вирішення проблем [13, с. 11].

Внеском математичної компетентності:

- у формування компетентності спілкування державною мовою є уміння, що виробляється в процесі навчання математики, – лаконічно та зрозуміло формулювати думку, аргументувати, доводити правильність тверджень;
- у компетентність спілкування іноземними мовами – зіставляти математичний термін чи буквене позначення з його походженням з іноземної мови;
- в основні компетентності у природничих науках і технологіях – моделювати процеси, що відбуваються в навколишньому світі;
- в інформаційно-цифрову компетентність – діяти за алгоритмом та складати алгоритми;
- у компетентність уміння вчитися – доводити правильність певного судження та власної думки;
- у компетентність ініціативність і підприємливість – здійснювати раціональний вибір;
- у соціальну та громадянську компетентності – робити висновки з отриманих результатів розв’язування задач соціального змісту;
- в обізнаність та самовираження у сфері культури – естетично зображувати фігури, графіки, рисунки;
- в екологічну грамотність і здорове життя – ощадливо користуватися природними ресурсами [21, с. 15].

Зміст ключових компетентностей нової української школи було сформульовано [20] з урахування Рекомендацій Європейського Парламенту та Ради Європи щодо формування ключових компетентностей освіти впродовж життя [24], згідно яких знання математики – це можливість розвивати та застосовувати математичне мислення для розв’язання ряду задач в повсякденних ситуаціях. «При виробленні здібності до кількісного мислення сам процес та діяльність важливі так само, як і знання. ... Необхідні знання з математики включають глибокі знання чисел, мір та структур, основних математичних дій та їх демонстрація, розуміння математичних термінів та понять і знання задач, які можна розв’язати за допомогою математики. Особа повинна вміти застосовувати основні математичні принципи та прийоми у побуті, на роботі та вдома» [24].

У порадику для вчителя нової української школи визначається два основних напрями підтримки учнів у навчальному середовищі:

1. *модифікації* як зміни до навчального змісту, що стосуються або його скорочення, або зміни концептуальної складності навчального завдання;
2. *адаптації*, що, на відміну від модифікацій, змінюють характер подання навчального матеріалу, не змінюючи зміст чи концептуальну складність навчального завдання.

Зокрема, можуть використовуватись такі види адаптації, як зміни в навчальних

підходах (використання навчальних завдань різного рівня складності; збільшення часу на виконання навчального завдання, зміна темпу занять, чергування видів діяльності тощо); адаптація навчальних матеріалів (адаптація навчальних посібників, наочних та інших матеріалів тощо) [21, с. 154-155].

Щоденна діяльність з математики учня нової української школи передбачає застосування ротаційної моделі «Щоденні 3» (математика) – щоденні діяльності, виконуючи які, діти навчаються бути самостійними під час математики, в той час як учитель має можливість працювати з учнями індивідуально та у малих групах [21, с. 203]. Модель включає три компоненти (1 – математика самостійно; 2 – математика разом; 3 – математичне письмо) діяльності вчителя із залучення дітей до математичних ігор, а також спонукає брати участь у діяльності і вирішенні проблем, використовуючи інструменти для лічби чи ігрові матеріали. Дана діяльність може також передбачати використання комп'ютерів, калькуляторів або планшетів, як засобів для самостійної роботи [21, с. 99].

Комп'ютерна підтримка математичної діяльності засобами комп'ютерних технологій надає можливість за допомогою засобів комп'ютерної візуалізації [4], управління досліджуваними об'єктами самостійно обирати методи та форми організації навчання з метою його індивідуалізації, підвищення мотивації та інтересу до навчання. Уведення до програм ігрових ситуацій надає учням можливість, поставивши цікаве завдання, пропонувати будь-які рішення проблеми, проявити оригінальність розв'язку тощо.

Отже, розробка адаптивного навчального програмного забезпечення з теми «Дробові числа» для учнів 5 класу закладів загальної середньої освіти є актуальною проблемою.

2 Апарат дослідження

Мета дослідження – теоретично обґрунтувати, розробити та експериментально перевірити адаптивне навчальне програмне забезпечення з теми «Дробові числа» для учнів 5 класу закладів загальної середньої освіти.

Завдання дослідження:

1. Проаналізувати стан проблеми розробки та використання адаптивного програмного забезпечення для навчання математики.
2. Обґрунтувати вибір засобів розробки адаптивного навчального програмного забезпечення для учнів середньої школи.
3. Розробити та експериментально перевірити адаптивне навчальне програмне забезпечення з теми «Дробові числа» для учнів 5 класу закладів загальної середньої освіти.

Об'єкт дослідження – розробка веб-орієнтованого програмного забезпечення для підтримки навчання математики у закладах загальної середньої освіти.

Предмет дослідження – розробка адаптивного навчального програмного забезпечення з теми «Дробові числа» для учнів 5 класу закладів загальної середньої освіти.

Методи дослідження: аналіз – для виявлення теоретичних основ дослідження; проектування та тестування – для розробки програмного забезпечення.

Практичне значення одержаних результатів. Матеріали проведеного дослідження стануть у нагоді для навчання дітей математики у закладах загальної середньої освіти та полегшення роботи вчителів.

3 Теоретичні основи розробки та використання адаптивного програмного забезпечення для навчання математики

3.1 Поняття про адаптивне програмне забезпечення

Автоматичне пристосування системи навчання до зміни зовнішніх умов та збереження здатності до ефективного досягнення дидактичних цілей при зміні характеристик учня називається адаптивністю. Адаптивним системам властиві, зокрема, спрямованість програми на досягнення певної мети, одержання у процесі роботи інформації про зовнішні умови та застосування її для зміни власної поведінки [18].

Адаптивною навчальною програмою називається навчальна програма, в якій послідовність подання і характер викладення навчального матеріалу залежать від історії навчання (даних про час виконання завдань і допущені помилки) та індивідуальних особливостей учня, у тому числі психологічних. Реалізація адаптивної навчальної програми неможлива без розв'язання задач діагностики (рівня знань, психологічних особливостей учня, тощо) та оптимізації (зокрема, вибору наступного навчального впливу) [17].

Задача адаптації навчального процесу розв'язується за допомогою адаптивних автоматизованих навчальних систем та експертних навчальних систем, що генерують такі регулятивні впливи (способи подання матеріалу, приклади, підказки), сприймання яких учнем приводить до стабілізації або підвищення поточних оцінок успішності засвоєння ним змісту навчального матеріалу. Використовуючи такі системи, учитель у процесі навчання здійснює накопичення і опрацювання даних, необхідних для визначення ефективного регулятивного впливу, після чого подання навчального матеріалу адаптується до індивідуальних особливостей учня [14, с. 69].

Теоретичною основою побудови адаптивних автоматизованих навчальних систем є програмоване навчання, яке Г. О. Балл визначав як тип навчання, що здійснюється у відповідності до навчальної програми, яка контролює як обсяг знань, умінь і навичок, якими повинні оволодіти учні, так й спосіб організації їх навчальної діяльності [11, с. 420]. Це досягається шляхом поділу навчального матеріалу на окремі порції та інтенсивного обміну відомостями між учнем та навчальною програмою, що здійснюється переважно у формі «питання-відповідь».

У програмованому навчанні використовуються лінійні навчальні програми з фіксованою послідовністю порцій навчального матеріалу та розгалужені

навчальні програми, у яких послідовність порцій навчального матеріалу залежить від відповідей учня на завдання. Слід зазначити, що програмоване навчання може бути реалізованим не лише за допомогою програмних засобів, а й за допомогою програмованих посібників у традиційній формі – спеціально оформлених і складених книг [11].

Г. О. Балл відмічає, що застосування програмованого навчання у багатьох випадках не виправдало сподівань на різке підвищення ефективності освіти, але застосування комп'ютерів для реалізації програмованого навчання дозволить уникнути багатьох притаманних йому обмежень та недоліків [11, с. 422-423].

Таким чином, розроблюване програмне забезпечення повинно надавати можливості:

- вивчення дробових чисел;
- розподілу уроків;
- виконання багатьох дій над дробовими числами;
- виконання вправ на запам'ятовування;
- розв'язання задач.

Виходячи із поставлених задач та сформульованих вимог до програмного засобу, було виділені такі етапи його розробки:

1. Ознайомлення з методикою проведення заняття з математики у школі в 5 класі.
2. Вивчення існуючих програмних продуктів, виявлення їх переваг та недоліків.
3. Проектування власного програмного продукту.
4. Експериментальна перевірка (тестування) розробленого програмного забезпечення.

3.2 Програмоване навчання теми «Дробові числа» у 5 класі

У навчальній програмі з математики для 5-9 класів загальноосвітніх навчальних закладів [19] вказується, що у 5-6 класах відбувається поступове розширення множини натуральних чисел до множини раціональних чисел шляхом послідовного введення дробів (звичайних і десяткових). У 5 класі тема «Дробові числа і дії з ними» (60 год) передбачає опанування наступних підтем:

1. Звичайні дроби. Правильні та неправильні дроби. Звичайні дроби і ділення натуральних чисел. Мішані числа.
2. Порівняння звичайних дробів з однаковими знаменниками.
3. Додавання і віднімання звичайних дробів з однаковими знаменниками.
4. Десятковий дріб. Запис десяткових дробів. Порівняння десяткових дробів. Округлення десяткових дробів.
5. Арифметичні дії з десятковими дробами.
6. Відсотки.
7. Середнє арифметичне. Середнє значення величини.

Програмні вимоги до математичної компетентності учнів із дробових чисел формулюються у такий спосіб:

- *наводить приклади*: звичайних і десяткових дробів;
- *розрізняє*: звичайні і десяткові дроби; правильні і неправильні дроби;
- *пояснює, що таке*: чисельник і знаменник дроби; мішане число;
- *читає і записує*: звичайні та десяткові дроби; мішані числа;
- *формулює означення*: правильного і неправильного дроби; відсотка; середнього арифметичного;
- *розв'язує вправи, що передбачають*: порівняння, додавання і віднімання звичайних дробів з однаковими знаменниками; порівняння, округлення, додавання, множення і ділення десяткових дробів; перетворення мішаного числа у неправильний дріб; перетворення неправильного дроби в мішане число або натуральне число; знаходження відсотка від числа та числа за його відсотком; знаходження середнього арифметичного кількох чисел, середнього значення величини;
- *розв'язує сюжетні задачі з реальними даними щодо*: використання природних ресурсів рідного краю; безпеки руху; знаходження периметрів та площ земельних ділянок, підлоги класної кімнати, об'єму об'єктів, що мають форму прямокутного паралелепіпеда; розрахунку сімейного бюджету, можливості здійснення масштабних покупок; розрахунків, пов'язаних із календарем і одиницею тощо [19, с. 17].

Наприкінці 1960-х рр. під керівництвом Г. Ф. Рамлоу (Harold F. Rahmlow) була розроблена серія з 21 посібника для професійно спрямованого програмованого навчання математики [5]:


1. Symbols
2. Representing Numbers by Letters
3. Equivalent Forms (Reduction of Fractions)
4. Ratios and Fractions
- 5A. Addition of Fractions
- 5B. Subtraction of Fractions
6. Multiplication of Fractions
7. Division of Fractions
8. Concepts of Decimals and Fractions
9. Addition and Subtraction of Decimals
10. Multiplication of Decimals
11. Division of Decimals
12. Conversion of Fractions into Decimals
13. Equivalent Forms of $A=BC$
14. Solutions of $A=BC$
15. Percentage
16. Commutative Law
17. Reciprocals
18. Scientific Notation
19. Proportions
20. Concepts of Number Bases

Співставлення змісту навчальної програми [19] та [5] показує, що дробові

числа утворюють важливу змістову лінію (рис. 1, зліва).

Так, при програмованому навчанні раціональних та дробових чисел за американським посібником програмні вимоги конкретизуються до наступних:

1. The student should be able to demonstrate his recognition of fractions of the form a/b where a and b are letters or positive integers less than 100.
2. The student should be able to demonstrate his knowledge of the terms numerator and denominator.
3. The student should be able to demonstrate how shaded areas of plane figures can be represented by fractions.

(e.g. The shaded area of the figure  represents $1/4$ of figure.

4. The student should be able to demonstrate his knowledge of the relationship between a ratio and a fraction.

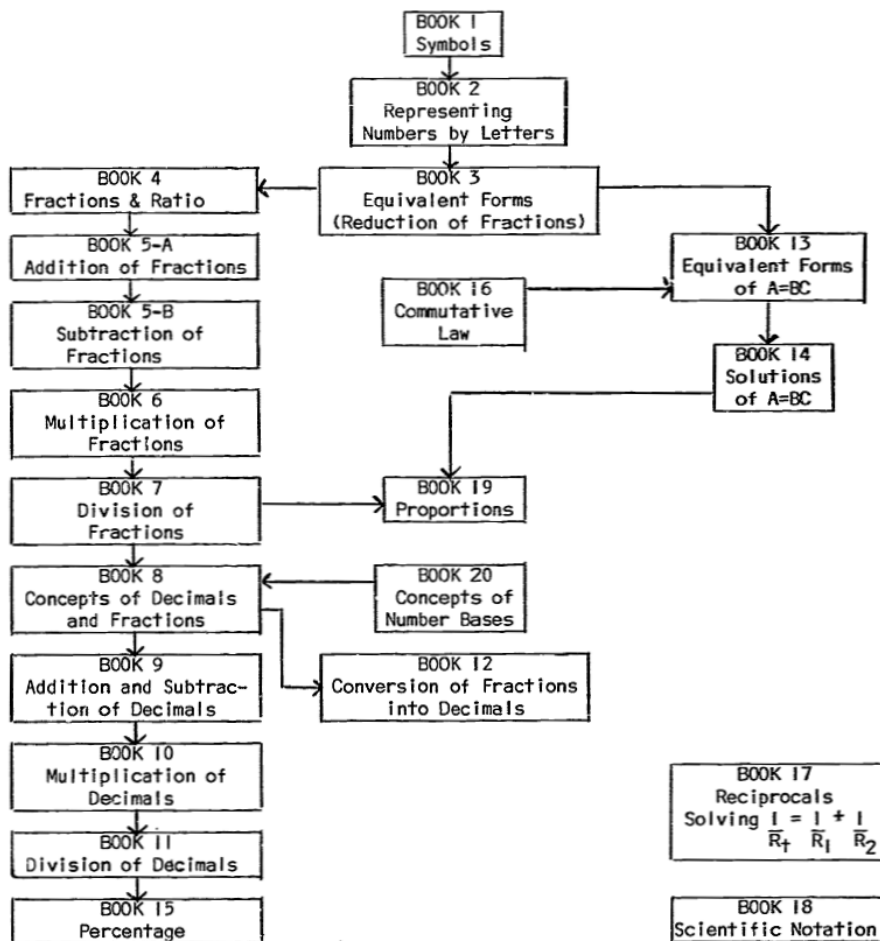


Рис. 1. Структура професійно спрямованого навчання математики (за [5])

Адаптивність навчання у відповідному посібнику [6] забезпечується формуванням індивідуальної для кожного учня навчальної траєкторії шляхом вибору відповідей на запитання, згідно яких виконуються відповідні гіпертекстові переходи. На рис. 2 показано перші фрейми із [6].

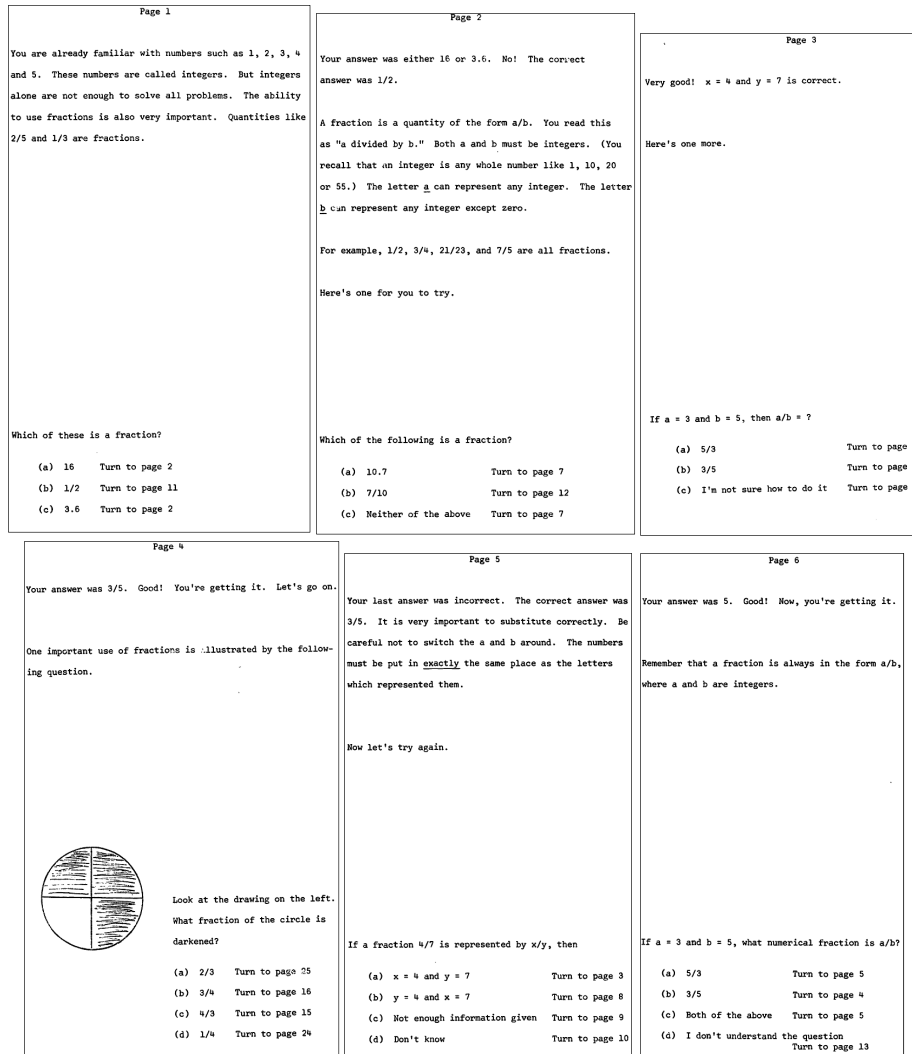


Рис. 2. Початок програмованого посібника [6]

Г. Ф. Рамлоу та Ю. Дж. Керр (Eugene G. Kerr) у статті 1969 року [7] вказують, що розроблена серія посібників призначена для комп'ютерно-орієнтованого навчання математики (Computer Assisted Instruction – CAI). На рис. 3 наведено послідовність гіперзв'язків між фреймами (R – правильна відповідь, W – неправильна), спрямовану на досягнення навчальної цілі: «Учень повинен бути

зданен додавати два чи більше числових дробу у формі a/b , де $0 < (a, b) < 100$ (наприклад, $\frac{1}{2} + \frac{1}{4} = \frac{3}{4}$)».

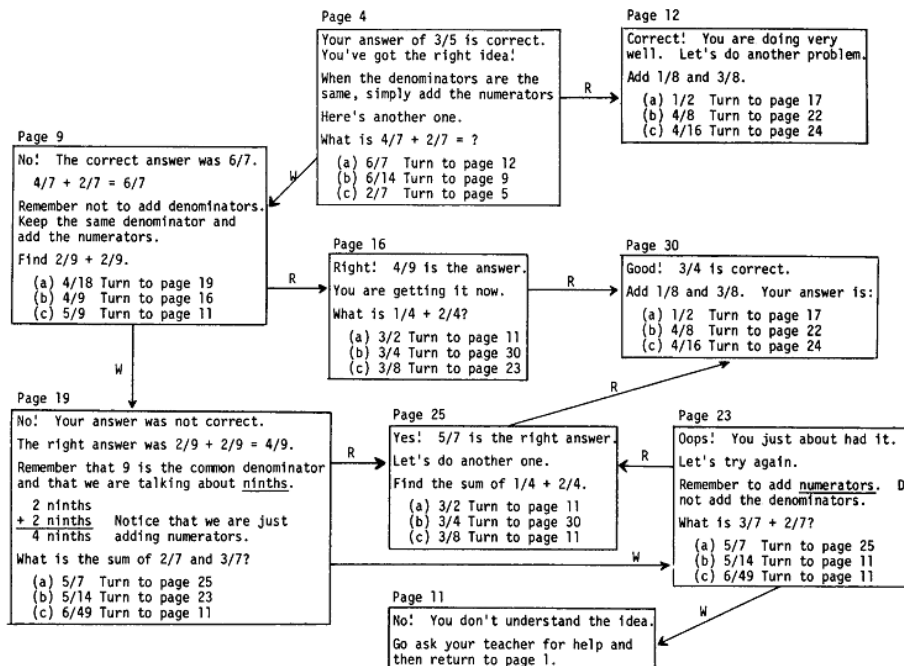


Рис. 3. Гіперзв'язки між фреймами при навчанні додавання дробів

Перевагою запропонованого підходу автори [7] вважають високий ступінь адаптивності також й до апаратного забезпечення, пропонуючи застосовувати мову високого рівня «... для надання адаптивності до будь-якого комп'ютера, що має телекомунікаційні можливості. Це означає, що будь-яка школа має доступ як до свої власних комп'ютерів, так й до регіональних, і навіть до комерційних систем спільного використання, що надаватимуть ці програми як послуги». Таким чином, ще майже 50 років тому було визначено доцільність реалізації адаптивного програмного забезпечення для навчання теми «Дробові числа» як мережного програмного засобу з віддаленим доступом.

3.3 Огляд існуючих адаптивних програмних засобів навчання математики

У мережі Інтернет можна знайти багато різноманітних адаптивних програм, за допомогою яких можна вивчити математику. Всі вони мають свої переваги та недоліки, відрізняються функціональністю, інтерфейсом та змістом навчання.

Розглянемо більш детально найбільш популярні програмні засоби навчання математики з теми «Дробові числа».

«Уздовж однієї лінії» – програма для вивчення чисел і дій над ними в якій учневі потрібно закріпити позначки, що відображають частини дробу (рис. 4).

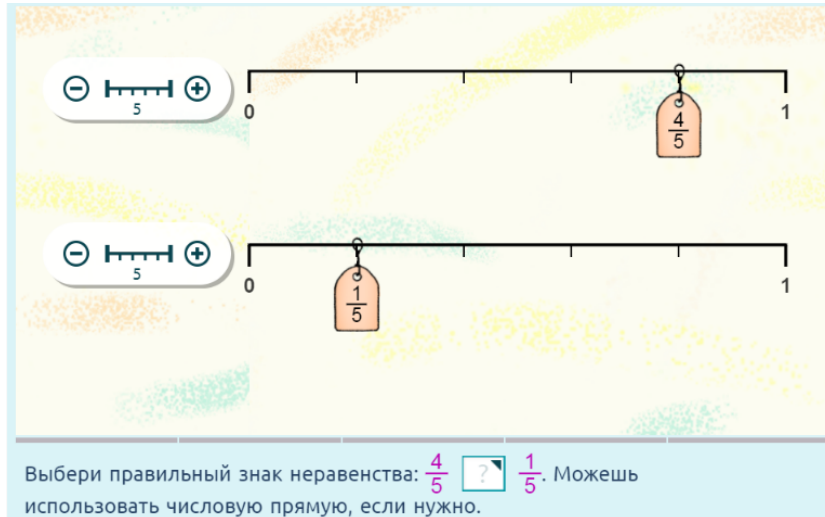


Рис. 4. Головне вікно програми «Уздовж однієї лінії»

«Тягни авто» – щоб пройти рівень і перемогти, учень повинен із дробів вибирати найбільший. Якщо він вибрав дріб правильно, то його авто рушить праворуч, якщо неправильно – ліворуч. Ця гра допомагає дитині швидко прийняти рішення, розвиває вміння порівняння дробових чисел (рис. 5).



Рис. 5. Головне вікно програми «Тягни авто»

Розглянемо ще один додаток – Learning.ua (рис. 6). На головній сторінці можна обрати рівень навчання. Вибравши 5 клас, з'явився короткий опис «Завдання з математики для 5 класу»: *П'ятий клас — дуже відповідальний рік для всіх учнів. Програма цього року значно ускладнюється у порівнянні з четвертим класом. Одна тема швидко змінює іншу, а завдання потребують від учнів підвищеної уваги та кмітливості. Батьки та діти повинні бути підготовлені до цього та відповідально ставитися до кожної теми, яка розглядається на уроці математики.*



Завдання з математики для 5 класу

П'ятий клас — дуже відповідальний рік для всіх учнів. Програма цього року значно ускладнюється у порівнянні з четвертим класом. Одна тема швидко змінює іншу, а завдання потребують від учнів підвищеної уваги та кмітливості. Батьки та діти повинні бути підготовлені до цього та ві

[Допомога онлайн](#)

Рис. 6. Головна сторінка Learning.ua

У рівні повторюються арифметичні дії з натуральними числами, а також їхні властивості, які були вивчені у четвертому класі. Програма ускладнюється появою дій з дробами та відсотками.

Окрім цього, у п'ятому класі вивчається числова пряма, на базі якої закріплюються такі важливі моменти, як лінія, промінь, точка та відрізок. Вивчаються такі поняття, як координатний промінь та бісектриса кута. У курсі математики за п'ятий клас починають у повній мірі розглядати поняття площі та об'єму різних геометричних фігур. Вивчаються формули, за допомогою яких можна визначити периметр, площу та об'єм різних фігур [15].

Learning.ua надає багато додатків до теми «Дробові числа». Натиснувши на будь-яке посилання, користувач переходить до нового вікна, де зображено завдання. З початку завдання починається відлік часу. Чим швидше користувач відповідає на питання, тим більше балів він отримає. Приклади виконання завдань подані на рис. 7, 8 та 9.

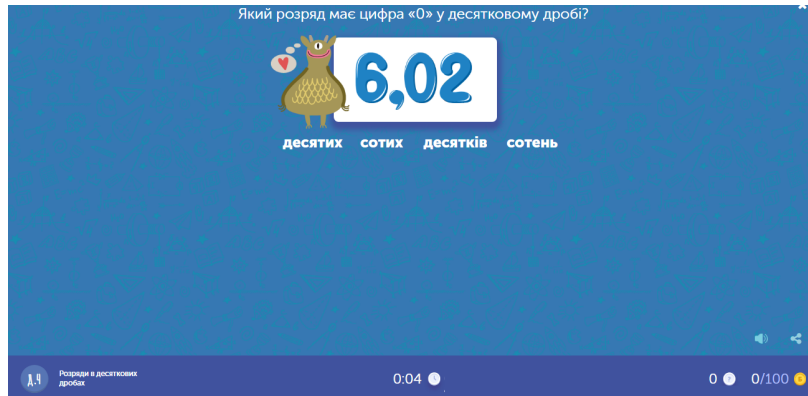


Рис. 7. Приклад виконання завдання

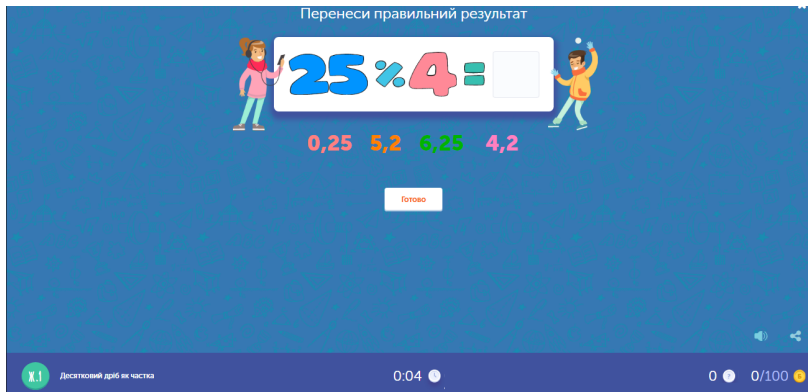


Рис. 8. Десятковий дріб як частка

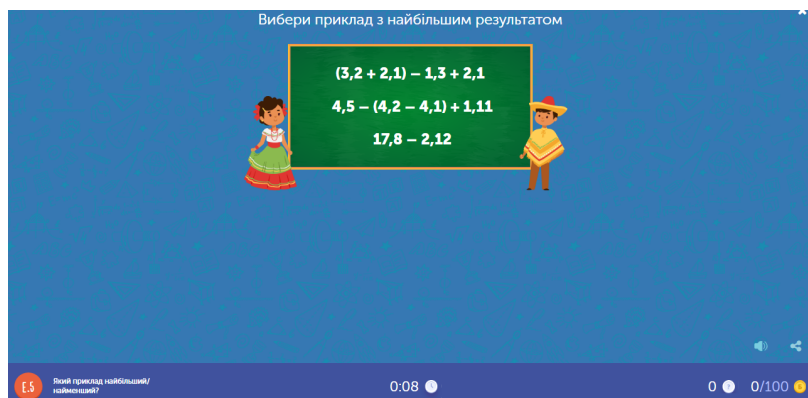


Рис. 9. Який результат найбільший/найменший?

4 Проектування та розробка адаптивного навчального програмного забезпечення з теми «Дробові числа»

4.1 Обґрунтування вибору інструментів розробки

Для розробки програмного забезпечення були використані наступні засоби: OpenServer, Sublime Text 3, Adobe Photoshop CS6, Bootstrap 3 та середовища розробки мовами HTML, CSS 3, PHP і JavaScript.

Вибір засобів розробки є одним з важливих етапів при створенні програмного засобу, тому розглянемо їх більш детально.

OpenServer – портативна серверна платформа і програмна середовище для веб-розробників, що має багатий набір серверного програмного забезпечення, зручний багатофункціональний інтерфейс, великий спектр можливостей із адміністрування та налаштування компонентів. Платформа широко використовується з метою налагодження, розробки і тестування веб-проектів [12].

Sublime Text 3 – зручний багатоплатформовий текстовий редактор, що підтримує плагіни мовою програмування Python. Sublime Text підтримує велику кількість мов програмування і має можливість підсвічування синтаксису для C, C++, C#, CSS, D, Dylan, Erlang, HTML, Groovy, Haskell, Java, JavaScript, LaTeX, Lisp, Lua, Markdown, MATLAB, OCaml, Perl, PHP, Python, R, Ruby, SQL, TCL і XML. Sublime Text може бути оснащений менеджером пакетів, який дозволяє користувачеві знаходити, встановлювати, оновлювати і видаляти пакети без перезавантаження програми. Менеджер підтримує встановлені пакети в актуальному стані, завантажуючи нові версії з репозиторіїв. Крім того, він надає команди для активації і деактивації встановлених пакетів [8].

У розробленому програмному забезпеченні використовується багато малюнків, які потрібні для того, щоб наочно пояснити будь-яку тему з уроків. Для їх створення використовувалась програма **Adobe Photoshop CS6** – продукт для обробки зображень з розширеною функціональністю, що підтримує всі функції класичного Photoshop, а також надає можливості створення і редагування тривимірних зображень. Adobe Photoshop Extended дозволяє малювати на тривимірних об'єктах, створювати тривимірну анімацію, перетворювати двовимірні об'єкти на тривимірні. Система дозволяє додавати ефекти розмиття, нахилу і зсуву, підвищувати різкість однієї точки фокусу, а також застосовувати різні типи розмиття до декількох фокусних точок. Інструмент кадрування підтримує апаратне прискорення і має сучасний інтерфейс, що дозволяє виконувати редагування на полотні і переглядати результати в реальному часі. Крім того, доступне фонове автоматичне збереження змін файлів для відновлення у разі непередбаченого збою [1].

Bootstrap 3 – вільний набір інструментів для створення сайтів та веб-додатків. Включає в себе HTML і CSS-шаблони для оформлення типографіки, веб-форм, кнопок, міток, блоків навігації та інших компонентів веб-інтерфейсу, включаючи JavaScript-розширення. Bootstrap використовує сучасні напрацювання в області CSS і HTML, тому необхідно бути уважним при підтримці старих браузерів [2].

Програмне забезпечення було створено із використанням наступних мов:

HTML (HyperText Markup Language – мова розмітки гіпертекстових документів) – стандартна мова розмітки веб-сторінок в Інтернет [9].

CSS 3 (Cascading Style Sheets – каскадні таблиці стилів) – спеціальна мова, що використовується для опису сторінок, написаних мовами розмітки даних. Найчастіше CSS використовують для візуальної презентації сторінок, написаних HTML та XHTML, але формат CSS може застосовуватися до інших видів XML-документів. Таблицю стилів CSS можна убудувати в HTML-сторінку (внутрішня таблиця стилів), або ж її можна створити в окремому файлі, і вже потім приєднати посилання на нього до потрібної HTML-сторінки (зовнішня таблиця стилів) [3].

PHP – мова програмування загального призначення з відкритим вихідним кодом. PHP сконструйований спеціально для веб-розробки, а його код може убудовуватись безпосередньо у HTML. Програми мовою PHP виконуються на сервері і генерують HTML, який надсилається клієнту [25].

JavaScript – це «безпечна» мова програмування загального призначення, можливості якої залежать від оточення, в якому запущений JavaScript. У браузері JavaScript вміє робити все, що відноситься до маніпуляції зі сторінкою, взаємодії з відвідувачем і, в якійсь мірі, з сервером:

- створювати нові теги HTML, видаляти, змінювати стилі елементів, приховувати, показувати елементи тощо;
- реагувати на дії користувача, опрацьовувати події від миші, переміщення курсору, натискання на клавіші тощо;
- надсилати запити на сервер і завантажувати дані без перезавантаження сторінки (ця технологія називається AJAX);
- отримувати та встановлювати cookie, запитувати дані, виводити повідомлення [16].

4.2 Розробка архітектури програмного забезпечення

Проектоване клієнт-серверне програмне забезпечення використовує 3 основні компоненти: базу даних, веб-браузер та веб-сервер (рис. 10).

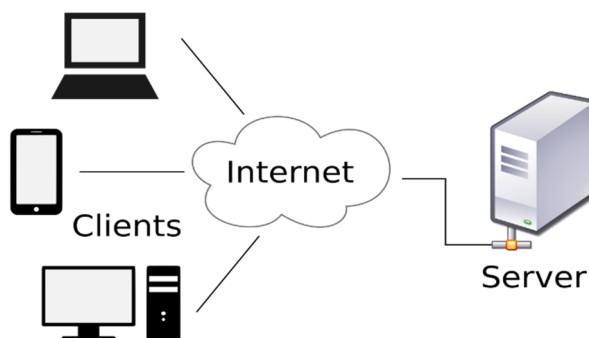


Рис. 10. Модель «клієнт-сервер»

Архітектура клієнт-сервер являє собою розподілену структуру програми, яка розділяє завдання або робочі навантаження між постачальниками ресурсу або сервісу (серверами) та ініціаторами запитів (клієнтами) [10].

У даному програмному забезпеченні браузер знаходиться на першому рівні архітектури. За допомогою браузера здійснюються будь-які операції, які потребує користувач. На другому рівні архітектури знаходиться логіка веб-серверу, тобто те, як сервер буде опрацьовувати прийняті від користувача дані. На третьому рівні знаходиться система управління базами даних, яка буде зберігати дані для опрацювання сервером.

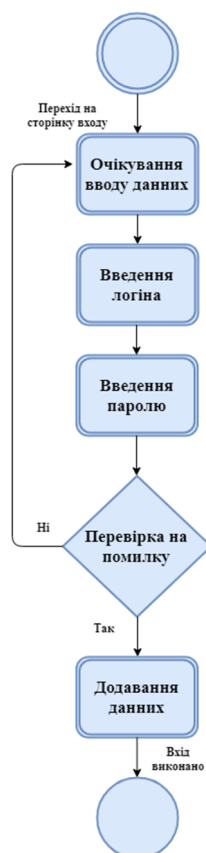


Рис. 11. Діаграма станів процесу авторизації/реєстрації користувача



Рис. 12. Діаграма процесу навчання

Розглянемо складові архітектури системи. Для того, щоб почати навчання, користувач спочатку повинен пройти реєстрацію: йому потрібно ввести свій логін, який він буде використовувати при вході до власного кабінету, та пароль. Якщо користувач введе логін, який вже існує в базі, то спливе повідомлення про те, щоб користувач ввів інший логін. Якщо ніяких помилок немає, то користувач

переходить до свого кабінету, де може почати навчання, обравши певний урок (рис. 11).

Для того, щоб розпочати навчання, користувач має натиснути на кнопку «Розпочати навчання», після чого обрати, який із п'ятнадцяти уроків він хоче вивчити. У процесі навчання користувачеві будуть надані теорія з даної теми та практика. До практики входить 10 тестових завдань, завдяки яким програма визначає рівень складності, після цього, будуть подані завдання, на які користувачеві потрібно дати правильні відповіді (рис. 12).

Визначення рівня знань виконується за кількістю вірних відповідей (рис. 13).

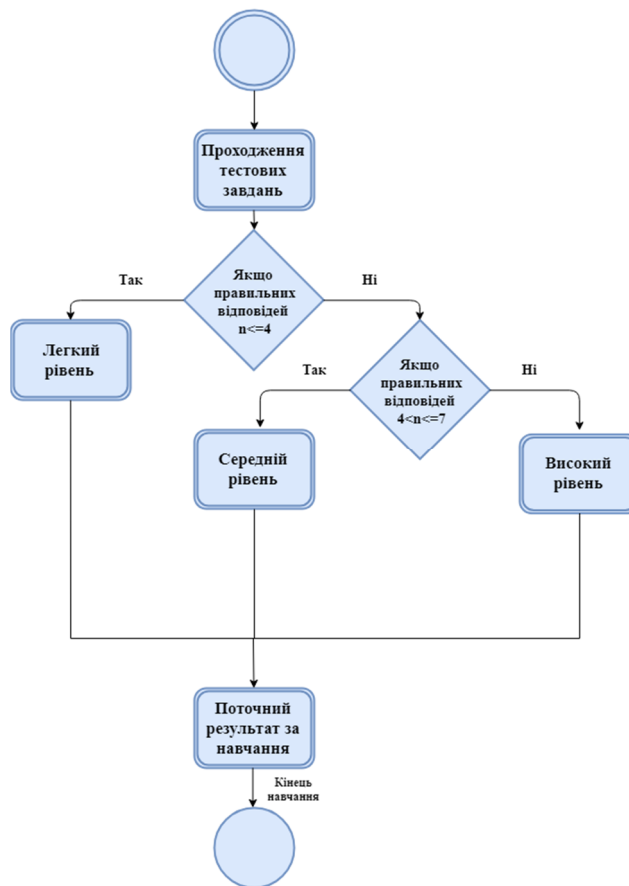


Рис. 13. Діаграма визначення рівня знань

Щоб подивитися назви уроків, користувачеві потрібно буде натиснути на кнопку із меню «Список уроків». Також користувач може подивитися інформацію про програмне забезпечення, натиснувши на кнопку «Про додаток».

4.3 Програмна реалізація проекту

Одним з головних завдань проектування було створення зручної сторінки для відповіді на тестові завдання для того, щоб учень міг легко і зручно дати відповідь на запитання. Виходячи з усього цього, було прийнято рішення, що для розробки цього додатка, оптимальними засобами є каскадні таблиці CSS 3, мова розмітки HTML 5, PHP, а також AJAX, за допомогою якого з метою скорочення часу роботи сторінки перевантажуються не повністю, а лише частково.

Після входу до додатку учневі буде представлено меню з трьох пунктів «Розпочати навчання», «Список уроків» та «Про додаток». Код елемента меню подано нижче:

```
<html lang="UTF-8" >
<body>
<form action="index.php" method="POST">
  <div id='ajax_reload'>
    <div class = "okno">
      <div class ="play" id="example-1">
        <h2>Розпочати навчання</h2>
      </div>
      <div class ="play" id="option">
        <h2>Список уроків</h2>
      </div>
      <div class ="play" id="ogame">
        <h2>Про додаток</h2>
      </div>
    </div>
  </div>

  <div class="container2">
    
    <? echo "Ім'я: ".$_SESSION['login']. " "; ?>
    <input class="dws-submit2" name="submit" type="submit"
value="Вихід">
  </div>
</form>
</body>
  <script type="text/javascript" src="/js/game.js"></script>
</html>
```

Наступним кроком було створення списку уроків, за допомогою яких можна перейти до навчання. Створено AJAX запит, який після натискання на кнопку «Розпочати навчання» з div блоком id=example-1 звертається до файлу example.php. Код елемента AJAX запити:

```
$(document).ready(function() {
```

```
// вішаємо на клік по елементу
$('#example-1').click(function(){
    // завантаження HTML коду з файлу example.html
    // $('#ajax_reload').load('/ajax/example.html');
    $.post('/ajax/example.php', {}, function (answer)
    {
        $('#ajax_reload').html(answer);
    });
})
```

Потім з'явиться результат запити з оновленням div блоку з id=example-1:

```
<div class = "okno">
  <div class = "menu">
    <h1> Уроки </h1>
  </div>
  <div id="example-1">
    <div class ="less1" id="example_2"> Урок 1
    </div>
    <div class='less1' id="example_3"> Урок 2
    </div>
    <div class='less1' id="example_4"> Урок 3<br>
    </div>
    <div class='less1' id="example_5"> Урок 4
    </div>
    <div class='less1' id="example_6"> Урок 5
    </div>
    <div class='less1' id="example_7"> Урок 6
    </div>
    <div class='less1' id="example_8"> Урок 7
    </div>
    <div class='less1' id="example_9"> Урок 8
    </div>
    <div class='less1' id="example_10"> Урок 9
    </div>
    <div class='less1' id="example_11"> Урок 10
    </div>
    <div class='less1' id="example_12"> Урок 11
    </div>
    <div class='less1' id="example_13"> Урок 12
    </div>
    <div class='less1' id="example_14"> Урок 13
    </div>
    <div class='less1' id="example_15"> Урок 14
    </div>
    <div class='less1' id="example_16"> Урок 15
```

```

        </div>
    </div>
</div>
<div id='men' class="dws-submit3">Меню</div>

```

У кожного уроку створений свій div блок з певним id. Розглянемо AJAX запит переходу до сторінки навчання уроку:

```

$(document).on('click','#example_2', function(){
    $.post('/ajax/1/example1.php', {}, function (answer){
        $('#ajax_reload').html(answer);
    });
});

```

При натисканні на кнопку «Урок 1», що має div блок з id="example_2", завантажиться HTML-код з файлу example1.php. Розглянемо детальніше зміст коду з файлу example1.php:

```

<script>
$('.fraction').each(function(key, value) {
    $this = $(this)
    var split = $this.html().split("/")
    if( split.length == 2 ){
        $this.html('<span class="top">'+split[0]+ '</span><span
class="bottom">'+split[1]+ '</span>')
    }
});
</script>

```

Використавши JavaScript, було створено функцію 'fraction'. Так як дроби записують за допомогою двох натуральних чисел і риски дроби, треба записати число над рисою дроби, що є чисельником, саму риску дроби та число під рисою дроби, що є знаменником:

```
<span class="fraction">1/8</span>
```

Використовуючи тег , який призначений для визначення рядкових елементів документа, додаємо атрибут class з ім'ям селектора class="fraction". Першим число записується чисельник дроби, риска дроби та знаменник. У результаті вийде дробове число.

Код елемента з «Урок 1»:

```

<p> <span class="colortext">Приклад 1. </span>
    В саду Барвінку зростає 24 дерева, з них 7 дерев –
яблуні. Яку частину всіх дерев становлять яблуні?<br>
    Оскільки все зростає 24 дерева, то одна яблуня становить
    <span class="fraction">1/24</span>
    всіх дерев, а 7 яблунь –

```

```

<span class="fraction">7/24</span>
всіх дерев.<br><br>
<span class="blacktext">Відповідь:
<span class="fraction">7/24</span></span>.<br>
<span class="colortext">Приклад 2. </span>
В саду Барвінку зростає 24 дерева, з них
<span class="fraction">5/8</span>
складають вишні. Скільки вишневих дерев росте в саду?<br>
1)  $24 : 8 = 3$  (дерева) - становить
<span class="fraction">1/8</span>
всіх дерев.<br>
2)  $3 * 5 = 15$  (дерева) - зростає вишень.<br>
<span class="blacktext">Відповідь: 15 вишень.</span></p>

```

Крім теоретичної частини, в процесі навчання є і практичні завдання. Ці завдання подані у вигляді тестів і завдань, в яких потрібно ввести відповідь з клавіатури.

Нижче наведено лістинг коду тестового завдання:

```

<span class="zadanue"> В саду росло 56 дерев, з них 23 - яблуні.
Яку частину дерев становили яблуні??<br><br> </span>
<form id="forma">
<div class="row">
<p><div class="col-6">
<input class='r1' type="radio" id="test1" name="q1" value="3">
<label for="test1">
<span class="fraction">56/23</span> (дерев)
</label></div>
<div class="col-6">
<input class='r2' type="radio" id="test2" name="q1" value="2">
<label for="test2">
<span class="fraction">23/23</span> (дерев)
</label></div>
</p><br>
<p> <div class="col-6">
<input class='r1' type="radio" id="test3" name="q1" value="1">
<label for="test3">
<span class="fraction">23/56</span> (дерев)
</label></div>
<div class="col-6">
<input class='r2' type="radio" id="test4" name="q1" value="4">
<label for="test4">
23 (дерев)
</label></div></p>
<input class="test" type="button" onclick="send();"
value="Відповісти">
<div id="result"></div>

```

У тезі `` записується завдання, на яке треба дати вірну відповідь. Далі, використовуючи `type="radio"`, задаються варіанти відповіді. При натисканні кнопки форми "Відповісти" спрацьовує подія `onclick` і йде виклик функції з ім'ям `send()`, яка перевіряє, чи правильний обрали варіант відповіді. Код функції `send()` для відправки AJAX-запиту:

```
function send() {
    $.ajax({
        type: "POST",
        url: '/ajax/1/test1.php',
        data: $("#forma").serialize(),
        success: function(html) {
            $("#result").empty();
            $("#result").append(html);
        }
    });
}
```

У даній функції, відправляється POST-запит до файлу обробника `test1.php` і в результаті отримуємо відповідь. Фрагмент лістингу коду наведено нижче:

```
<?php
include $_SERVER['DOCUMENT_ROOT'].'/db/db.php';
if(!empty($_POST)){
$q1 = $_POST['q1'];
$q2 = $_POST['q2'];
$q3 = $_POST['q3'];
$q4 = $_POST['q4'];
$q5 = $_POST['q5'];
$q6 = $_POST['q6'];
$q7 = $_POST['q7'];
$q8 = $_POST['q8'];
$q9 = $_POST['q9'];
$q10 = $_POST['q10'];
if($q1 == 1 or $q2 == 1 or $q3 == 1 or $q4 == 1 or $q5 == 1 or
$q6 == 1 or $q7 == 1 or $q8 == 1 or $q9 == 1 or $q10 == 1) {
echo "<div class = 'result'>Вірна відповідь!<br> Рухайся
далі<br> +1 бал";
$result = $dbh -> query ("UPDATE test1 SET t1 = t1 + 1");
}
else
echo "<div class = 'result'>На жаль, відповідь не є
вірною!<br>Спробуй далі!<br>";
}
else echo "<div class = 'result'><p>Ти не відповів на
питання!</p>";
?>
```

За допомогою тестових завдань визначається рівень знань із даної теми. Рівень визначається за кількістю правильних відповідей. Обрано три рівні: низький, середній і високий. За цими рівнями формуються такі завдання, в яких потрібно ввести відповіді з клавіатури.

Елемент коду завдань:

```
<?php
include $_SERVER['DOCUMENT_ROOT'].'/db/db.php';
foreach ($dbh->query( "SELECT t1 FROM test1") as $data)
if($data['t1'] <= 4) {
echo '<span class="zadanue">Три рибалки зловили 168 риб. Щукін
зловив <span class="fraction">5/14</span> усіх риб, Окунев -
<span class="fraction">8/21</span> усіх риб, а Карасьов - решту.
Скільки риб зловив Карасьов?<br><br></span>';
}
if($data['t1'] > 4 and $data['t1'] <= 7) {
echo "<span class='zadanue'>Ілля Муромець заготував на зиму для
свого коня 3 4 т 9 ц вівса. За грудень кінь з'їв <span
class='fraction'>3/7</span> усього запасу вівса, а за січень -
<span class='fraction'>9/14</span> решти. Скільки центнерів
вівса кінь з'їв за січень?<br><br></span>";
}
if($data['t1'] > 7 and $data['t1'] <= 10) {
echo '<span class="zadanue">Знайдіть число, <span
class="fraction">2/3</span> якого дорівнюють <span
class="fraction">3/7</span> числа 210.<br><br></span>';
}
}
?>
```

Відповідь, яку вводить учень з клавіатури при натисканні на кнопку «Перевірити», звіряється із даними, які знаходяться в базі даних.

Код елемента із перевірки правильної відповіді:

```
if($data['t1'] <= 4) {
    if($data['chus1'] == ($_POST['chus1']) && $data['znam'] ==
($_POST['znam'])) {
        $result = $dbh -> query ("UPDATE test1 SET t2 = t2 + 1");
        echo "<div class = 'result'>Вірна відповідь!<br> Рухайся
далі<br> +1 бал";
    } else {
        echo "<div class = 'result'>Помиляєшся!<br>Вірна
відповідь:<br><span class='fraction'>", $data['otv'], "</span>";
    }
}
```

Наприкінці кожного уроку виводиться кінцевий результат та кількість правильних відповідей. Після цього потрібно повернутися в меню і розпочати наступний урок.

5 Тестування програмного забезпечення

Для того, щоб розпочати роботу із розробленим програмним засобом, необхідно ініціалізувати клієнтську (завантажити будь-який веб-браузер) та серверну (запустити програмне середовище Open Server) частини.

При натисканні на іконці Open Server відкривається меню, у якому після вибору пункту «Запустити» активуються всі інші пункти меню. Після цього необхідно перейти до пункту «Мої сайти» і обрати Math.loc.

Після вибору користувач попадає на сайт, де буде проходити навчання математики з теми «Дробові числа». Для початку навчання користувачу потрібно зареєструватися, після чого увійти у власний кабінет (рис. 14).

Після входу з'явиться головне меню та вікно, де вказане ім'я користувача, який навчатиметься. У головному меню користувач може обрати один із трьох заданих пунктів: «Розпочати навчання», «Список уроків», «Про додаток». За потреби користувач може залишити сторінку, натиснувши кнопку «Вихід» (рис. 15).

Обравши пункт із меню «Розпочати навчання», користувач отримає посилання на уроки, за якими він зможе перейти і почати навчання. Тема «Дробові числа» розділена на два розділи. У першому розділі, який складається з 5 уроків, розглядаються звичайні дроби. У другому розділі, який складається з 10 уроків, розглядаються десяткові дроби. Отже, користувачеві буде надано 15 уроків (рис. 16).

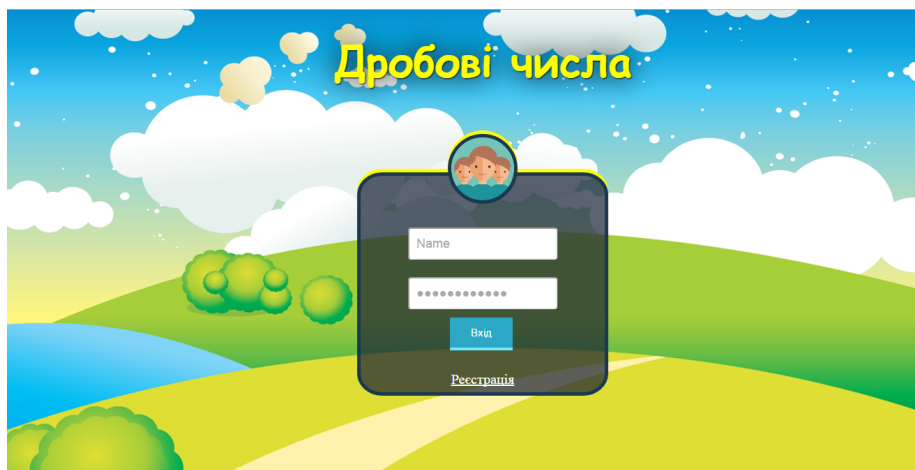


Рис. 14. Головна сторінка програмного засобу «Дробові числа»

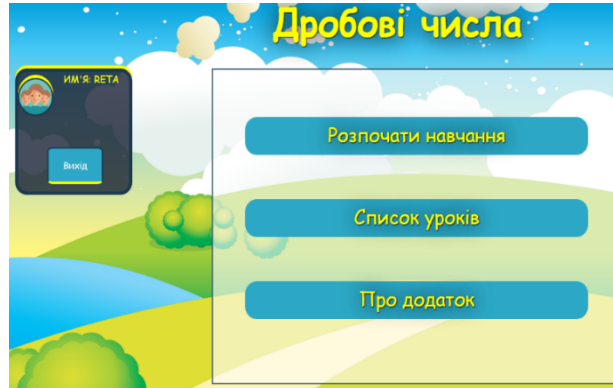


Рис. 15. Меню додатку

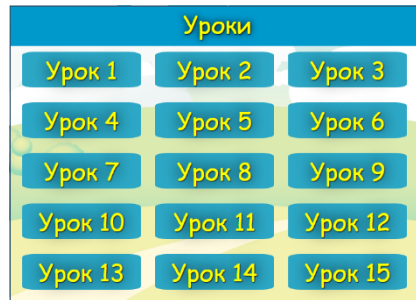


Рис. 16. Список уроків

Натиснувши на кнопку «Урок 1», учень перейде до початку уроку (рис. 17).

Урок 1. Уявлення про звичайні дроби.

Ти, звичайно, знаєш, що крім натуральних чисел і нуля, існують і інші числа - дробові.

Дробові числа виникають, коли один предмет (яблуко, кавун, торт, хліб, аркуш паперу) або на одиницю виміру (метр, година, кілограм, градус) поділяють на кілька рівних частин, виникають **дробові числа**.

Такі слова, як "півбуханки", "півкілограма", "півлітра", "чверть години", "третину шляху", "півтора метра", мабуть, ти чуєш кожен день.

Половина, чверть, третина, одна сота, півтора — це приклади дробових чисел.

Далі

Рис. 17. Перша сторінка уроку 1 «Уявлення про звичайні дроби»

Прочитавши теорію на першій сторінці, учень натискає кнопку «Далі», щоб перейти до наступної сторінки. Наприкінці теорії будуть наведені деякі приклади задач із розв'язками, щоб учень краще розумів дану тему. Після завершення опрацювання теорії та прикладів розпочинається практична робота, в якій потрібно попрацювати над тестовими завданнями (рис. 18).

Завдання 1

В саду росло 56 дерев, з них 23 - яблуні. Яку частину дерев становили яблуні??

$\frac{56}{23}$ (дерев) $\frac{23}{23}$ (дерев)

$\frac{23}{56}$ (дерев) 23 (дерев)

Відповісти

Рис. 18. Тестове завдання уроку 1

У тестовому завданні представлено одне питання та чотири відповіді, з яких лише одна відповідь є правильною. При натисканні на неправильну відповідь з'являється повідомлення про те, що відповідь є невірною (рис. 19).

Завдання 1

В саду росло 56 дерев, з них 23 - яблуні. Яку частину дерев становили яблуні??

$\frac{56}{23}$ (дерев) $\frac{23}{23}$ (дерев)

$\frac{23}{56}$ (дерев) 23 (дерев)

На жаль, відповідь не є вірною!
Спробуй далі!

Відповісти

Рис. 19. Повідомлення про невірну відповідь

Якщо відповідь є правильною, то з'являється повідомлення, що учневі нараховується один бал (рис. 20).

Після того, як учень пройде десять тестових завдань, йому виведеться кількість вірних відповідей, щоб він зрозумів свій рівень засвоєння даної теми. Потім почнуться завдання, в яких потрібно дати одну правильну відповідь на питання (рис. 21).



Рис. 20. Повідомлення про вірну відповідь

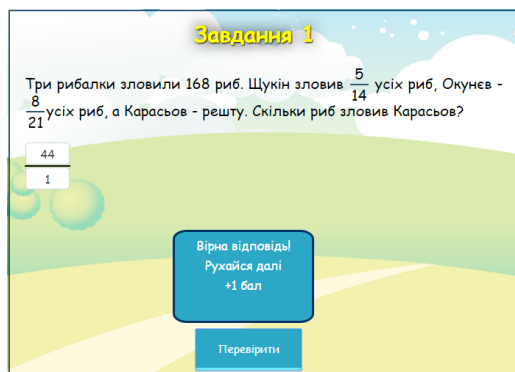


Рис. 21. Практичне завдання

6 Висновки

У процесі дослідження проблеми розробки веб-орієнтованого програмного забезпечення для підтримки навчання математики у закладах загальної середньої освіти були розв'язані завдання аналізу стану проблеми розробки та використання адаптивного програмного забезпечення для навчання математики, обґрунтування вибору засобів розробки адаптивного навчального програмного забезпечення для учнів середньої школи, розробки та експериментальної перевірки адаптивного навчального програмного забезпечення з теми «Дробові числа» для учнів 5 класу закладів загальної середньої освіти.

Розв'язання поставлених задач надало можливість зробити наступні висновки:

1. Теоретичною основою побудови адаптивних навчальних програм є програмоване навчання – тип навчання, що здійснюється у відповідності до навчальної програми, яка контролює як обсяг знань, умінь і навичок, якими повинні оволодіти учні, так і спосіб організації їх навчальної діяльності. Це

досягається шляхом поділу навчального матеріалу теми «Дробові числа» на окремі порції та інтенсивного обміну відомостями між учнем та навчальною програмою, що здійснюється переважно у формі «питання-відповідь».

2. Вивчення зарубіжного досвіду програмованого навчання теми «Дробові числа» із використанням засобів ІКТ надає можливість стверджувати, що доцільним є розробка програмного забезпечення, що надається учневі як послуга через телекомунікаційні мережі. На сучасному етапі розвитку ІКТ таким є клієнт-серверне програмне забезпечення із веб-доступом, тому провідними засобами розробки були визначені OpenServer, Sublime Text 3, Adobe Photoshop CS6, Bootstrap 3 та середовища розробки мовами HTML, CSS 3, PHP і JavaScript.
3. Розроблене навчальне програмне забезпечення з теми «Дробові числа» для учнів 5 класу закладів загальної середньої освіти містить компоненти входу (для індивідуалізації процесу навчання), попереднього тестування (для адаптації навчального матеріалу до рівня знань користувача) та багаторівневого навчання (15 уроків, що відповідають повному змісту теми «Дробові числа»).

Результати експериментального навчання з використанням розробленого програмного забезпечення показали, що виконана розробка не урахує зміну індивідуальних особливостей учня (у тому числі психологічних) у процесі навчання. Це визначає наступні шляхи його розвитку, спрямованого на підвищення рівня адаптивності:

- індивідуалізація навчальних впливів;
- формалізація та реалізація моделі учня;
- урахування процесуальних характеристик навчання у моделі учня.

Список використаних джерел

1. Adobe Photoshop CS6 Extended (License) [Електронний ресурс] / Арсенал. – 2018. – Режим доступу : http://www.arssoft.ru/mycatalog/view_post.php?id=144.
2. Bootstrap · The most popular HTML, CSS, and JS library in the world. [Електронний ресурс] / Mark Otto, Jacob Thornton, and Bootstrap contributors. – Режим доступу : <http://getbootstrap.com/>.
3. HTML & CSS [Електронний ресурс] / World Wide Web Consortium (W3C). – 2016. – Режим доступу : <https://www.w3.org/standards/webdesign/htmlcss>.
4. Modlo Ye. O. Xcos on Web as a promising learning tool for Bachelor's of Electromechanics modeling of technical objects [Electronic resource] / Yevhenii O. Modlo, Serhiy O. Semerikov // Cloud Technologies in Education : Proceedings of the 5th Workshop on Cloud Technologies in Education (CTE 2017). Kryvyi Rih, Ukraine, April 28, 2017 / Edited by : Serhiy O. Semerikov, Mariya P. Shyshkina. – P. 34-41. – (CEUR Workshop Proceedings (CEUR-WS.org), Vol. 2168). – Access mode : <http://ceur-ws.org/Vol-2168/paper6.pdf>.
5. Rahmlow H. F. A Series of Programmed Instruction Books for Learning Occupationally Oriented Basic Mathematics. Report No. 16. Final Report / Harold F. Rahmlow ; Washington State Coordinating Council for Occupational Education, Olympia ; Washington

- State Univ., Pullman. Coll. of Education. – Washington : U.S. Department of Health, Education and Welfare, 1968. – 20 p.
6. Rahmlow H. F. Occupational Mathematics; Ratios and Fractions. Report No. 16-D. Final Report / Harold F. Rahmlow, Karl Ostheller, Clarence Potratz, Leonard T. Winchell, Arthur Snoey ; Washington State Coordinating Council for Occupational Education, Olympia ; Washington State Univ., Pullman. Coll. of Education. – Washington : U.S. Department of Health, Education and Welfare, 1968. – 68 p.
 7. Rahmlow H. F. The modular development of computer-assisted instruction programs / Harold F. Rahmlow, Eugene G. Kerr // Performance Improvement. – 1969. – Vol. 8. – Iss. 2. – P. 20-23. – <https://doi.org/10.1002/pfi.4180080204>.
 8. Sublime Text - A sophisticated text editor for code, markup and prose [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.sublimetext.com/>.
 9. W3C Invites Implementations of WebVTT: The Web Video Text Tracks Format [Електронний ресурс]. – May 11, 2018. – Режим доступу : <https://www.w3.org/html/>
 10. Архітектура клієнт-сервер [Електронний ресурс] / Павлоградський коледж Державного ВНЗ "НГУ". – 2017. – Режим доступу : <http://inter.ptngu.com/kompyuterni-merezhi/arhitektura-kliiyent-server>.
 11. Балл Г. А. Программированное обучение / Г. А. Балл // Компьютерная технология обучения : словарь-справочник / под ред. Гриценко В. И., Довгялло А. М., Савельева А. Я. – К. : Наукова думка, 1992. – [Кн. 1] : А-М. – 1992. – С. 420-423.
 12. Встречайте: Open Server! [Електронний ресурс] / ospanel.io. – 2018. – Режим доступу : <https://ospanel.io>.
 13. Гриневич Л. М. Нова українська школа: концептуальні засади реформування середньої школи [Електронний ресурс] / Гриневич Лілія, Елькін Олександр, Калашнікова Світлана, Коберник Іванна, Ковтунець Володимир, Макаренко Оксана, Малахова Олена, Нанаєва Тетяна, Усатенко Галина, Хобзей Павло, Шиян Роман ; загальна редакція : Гриценко Михайло. – 2016. – 34 с. – Режим доступа : <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf>.
 14. Довгялло А. М. Адаптации задача / А. М. Довгялло // Компьютерная технология обучения : словарь-справочник / под ред. Гриценко В. И., Довгялло А. М., Савельева А. Я. – К. : Наукова думка, 1992. – [Кн. 1] : А-М. – 1992. – С. 68-69.
 15. Завдання з математики для 5 класу [Електронний ресурс] / КідУнівер. – 2018. – Режим доступу : <https://learning.ua/matematyka/piaty-klas>.
 16. Кантор И. Введение в JavaScript [Електронний ресурс] / Илья Кантор. – 2018. – Режим доступу : <https://learn.javascript.ru/intro>.
 17. Кунат Э. Н. Адаптивная обучающая программа / Э. Н. Кунат, Е. М. Сеница // Компьютерная технология обучения : словарь-справочник / под ред. Гриценко В. И., Довгялло А. М., Савельева А. Я. – К. : Наукова думка, 1992. – [Кн. 1] : А-М. – 1992. – С. 70.
 18. Лобанов Ю. И. Адаптивность системы обучения / Ю. И. Лобанов // Компьютерная технология обучения : словарь-справочник / под ред. Гриценко В. И., Довгялло А. М., Савельева А. Я. – К. : Наукова думка, 1992. – [Кн. 1] : А-М. – 1992. – С. 71.
 19. Математика. 5–9 класи : навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів [затверджена Наказом Міністерства освіти і науки України від 07.06.2017 № 804] [Електронний ресурс] / Міністерство освіти і науки України. – [2017]. – 40 с. – Режим доступу : <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-5-9-klas/onovlennya-12-2017/5-programa-z-matematiki.docx>.

20. нова українська школа | Міністерство освіти і науки України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://mon.gov.ua/ua/tag/nova-ukrainska-shkola>.
21. Нова українська школа : poradnyk dlya vchytelya [Електронний ресурс] / Під заг. ред. Бібік Н. М. – К. : Видавничий дім «Плеяди», 2017. – 206 с. – Режим доступу : <http://nus.org.ua/wp-content/uploads/2017/11/NUSH-poradnyk-dlya-vchytelya.pdf>.
22. Петюшкин А. В. HTML в Web-дизайне / Алексей Петюшкин. – СПб. : БВХ-Петербург, 2004. – 400 с.
23. Портал знань – Знання повинні бути доступними | Портал знань, портал знаний, дистанційне навчання [Електронний ресурс] / Портал Знань. – 2018. – Режим доступу : <http://www.znannya.org/>.
24. Рекомендація Європейського Парламенту та Ради (ЄС) "Про основні компетенції для навчання протягом усього життя" [Електронний ресурс] : Рекомендації, Міжнародний документ № 2006/962/ЄС / Європейський Союз. – 18.12.2006. – Режим доступу : http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/994_975.
25. What is PHP? [Electronic resource] / The PHP Group. – 2018. – Access mode : <http://php.net/manual/en/intro-what-is.php>.

References (translated and transliterated)

1. Adobe Photoshop CS6 Extended (License). http://www.arssoft.ru/mycatalog/view_post.php?id=144 (2017). Accessed 12 Jun 2017
2. Bootstrap · The most popular HTML, CSS, and JS library in the world. <http://getbootstrap.com> (2017). Accessed 12 Jun 2017
3. HTML & CSS. World Wide Web Consortium (W3C). <https://www.w3.org/standards/webdesign/htmlcss> (2016). Accessed 23 Jun 2017
4. Modlo, Ye.O., Semerikov, S.O.: Xcos on Web as a promising learning tool for Bachelor's of Electromechanics modeling of technical objects. In: Semerikov, S.O., Shyshkina, M.P. (eds.) Proceedings of the 5th Workshop on Cloud Technologies in Education (CTE 2017), Kryvyi Rih, Ukraine, April 28, 2017. CEUR Workshop Proceedings, vol. 2168, pp. 34–41. <http://ceur-ws.org/Vol-2168/paper6.pdf> (2018). Accessed 15 Sep 2018
5. Rahmlow, H.F.: A Series of Programmed Instruction Books for Learning Occupationally Oriented Basic Mathematics. Report No. 16. Final Report. U.S. Department of Health, Education and Welfare, Washington (1968)
6. Rahmlow, H.F.: Occupational Mathematics; Ratios and Fractions. Report No. 16-D. Final Report. U.S. Department of Health, Education and Welfare, Washington (1968)
7. Rahmlow, H.F., Kerr, E.G.: The modular development of computer-assisted instruction programs. Performance Improvement. **8**(2), 20–23 (1969). doi:10.1002/pfi.4180080204
8. Sublime Text - A sophisticated text editor for code, markup and prose. <https://www.sublimetext.com> (2018). Accessed 25 Oct 2018
9. W3C Invites Implementations of WebVTT: The Web Video Text Tracks Format. <https://www.w3.org/html> (2018). Accessed 25 Oct 2018
10. Архитектура клиент-сервер (Client-server architecture). <http://inter.ptngu.com/kompyuterni-merezhi/arhitektura-kliient-server> (2017). Accessed 21 Mar 2018
11. Ball, G.A.: Программированное обучение (Programmed learning). In: Gritcenko, V.I., Dovgiallo, A.M., Savelev, A.Ia. (eds.) Компьютерна іа технологіа іа обученіа: словар-справочник, pp. 420–423. Naukova dumka, Kyiv (1992)
12. Vstrechaite: Open Server! (Meet the: Open Server!). <https://ospanel.io> (2018). Accessed 21 Mar 2018

13. Hrynevych, L.M., Elkin, O., Kalashnikova, S., Kobernyk, I., Kovtunets, V., Makarenko, O., Malakhova, O., Nanaieva, T., Usatenko, H., Khobzei, P., Shyian, R.: Nova ukrainska shkola: kontseptualni zasady reformuvannia serednoi shkoly. <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf> (2016). Accessed 31 May 2018
14. Dovgiallo, A.M.: Adaptatsii zadacha (Adaptation problem). In: Gritcenko, V.I., Dovgiallo, A.M., Savelev, A.Ia. (eds.) *Kompiuternaia tekhnologiia obuchenii: slovar-spravochnik*, pp. 68–69. Naukova dumka, Kyiv (1992)
15. *Zavdannia z matematyky dlia 5 klasu (Problems in mathematics for grade 5)*. <https://learning.ua/matematyka/piaty-klas> (2018). Accessed 30 Apr 2018
16. Kantor, I.: *Vvedenie v JavaScript (Introduction to JavaScript)*. <https://learn.javascript.ru/intro> (2018). Accessed 10 May 2018
17. Kunat, E.N., Sinitca, E.M.: *Adaptivnaia obuchaiushchaia programma (Adaptive training program)*. In: Gritcenko, V.I., Dovgiallo, A.M., Savelev, A.Ia. (eds.) *Kompiuternaia tekhnologiia obuchenii: slovar-spravochnik*, p. 70. Naukova dumka, Kyiv (1992)
18. Lobanov, Iu.I.: *Adaptivnost sistemy obuchenii (Learning system adaptivity)*. In: Gritcenko, V.I., Dovgiallo, A.M., Savelev, A.Ia. (eds.) *Kompiuternaia tekhnologiia obuchenii: slovar-spravochnik*, p. 71. Naukova dumka, Kyiv (1992)
19. *Matematyka. 5–9 klasy: navchalna prohrama dlia zahalnoosvitnikh navchalnykh zakladiv (Maths. Grades 5–9: A curriculum for general education institutions)*. <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-5-9-klas/onovlennya-12-2017/5-programa-z-matematiki.docx> (2017). Accessed 31 Dec 2017
20. nova ukrainska shkola | Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy (new Ukrainian school | Ministry of Education and Science of Ukraine). <https://mon.gov.ua/ua/tag/nova-ukrainska-shkola> (2018). Accessed 25 Oct 2018
21. Bibik, N.M. (ed.): *Nova ukrainska shkola: poradnyk dlia vchytelia (New Ukrainian school: teacher's guide)*. Vydavnychi dim «Pleiady», Kyiv (2017)
22. Petiushkin, A.V.: *HTML v Web-dizaine (HTML in Web-design)*. BVKh-Peterburg, Sankt-Peterburg (2004)
23. Portal znan – Znannia povynni buty dostupnymi | Portal znan, portal znanyi, dystantsiine navchannia (Knowledge Portal - Knowledge should be available | Portal of knowledge, well-known portal, distance learning). <http://www.znannya.org> (2018). Accessed 20 Nov 2018
24. *Rekomendatsiia Yevropeiskoho Parlamentu ta Rady (IeS) Pro osnovni kompetentsii dlia navchannia protiahom usoho zhyttia (Recommendation of the European Parliament and Council (EC) On core competences for lifelong learning)*. http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/994_975 (2006). Accessed 21 Mar 2017
25. What is PHP? The PHP Group. <http://php.net/manual/en/intro-what-is.php> (2018). Accessed 1 Apr 2018