

*In this case the teacher communicates with the students on the bases of scientific knowledge as such that require evidence and justification. The problematic approach to the topic of the lecture determines such organization of the process of perception of the material, based on the actualization of different, sometimes contradictory views on the content of the discussion.*

*The article presents in details the stages of preparation and presentation of the lecture as rhetorical events in accordance with the canons of classical rhetoric. The main points confirmed the ideas of prominent speakers of the past and the present.*

*The author argues that a rhetorical event is not only an effective tool to create dialogue in the verbal interaction of academic nature, but the result of the implementation in practice of the rhetorical culture of the teacher.*

*The author also emphasizes the need to develop rhetorical culture of the teacher of the high school, which is a rhetorical event, with the aim of improving the quality of professional pedagogical activity.*

**Key words:** rhetoric, rhetorical culture, a lecture, a rhetorical event, dialogue.

УДК 378.146

**С. Загребельний**

Донбаська державна  
машинобудівна академія,

**О. Загребельна**

ДВНЗ «Донбаський державний  
педагогічний університет»,

**О. Костіков**

Донбаська державна  
машинобудівна академія

## МЕТОДИ АДАПТИВНОГО ТЕСТУВАННЯ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ

*Автори у статті розглядають методи адаптивного тестування знань студентів (алгоритм класичного адаптивного тестування знань закритого типу, алгоритм адаптивного тестування знань закритого типу «Ренесанс» Григор'єва-Дем'янова, алгоритм адаптивного тестування знань закритого типу «Маятник» Григор'єва-Дем'янова, алгоритм адаптивного тестування знань закритого типу «Неокласицизм»). Усі методи адаптивного тестування детально описані авторами, розглянута математична модель створення адаптивного тесту з урахуванням часу, наведено алгоритм та блок-схема адаптивного комп'ютерного тесту. На основі даної блок-схеми авторський колектив самостійно розробив комп'ютерну тестуючу оболонку на основі веб-програмування (з використанням інструментарію веб-сторінок - php, системи управління базами даних - SQL і можливістю захищеного доступу до сайту – SSL) та виклали її у глобальну мережу Інтернет.*

**Ключові слова:** тест, адаптивне тестування, алгоритм, блок-схема, комп'ютерне тестування, дистанційна освіта.

**Постановка проблеми.** У європейських країнах уже давно застосовують нові електронні методи навчання та використовують процес оцінювання рівня знань і вмінь студентів за допомогою комп'ютерних технологій. Для нас найбільший інтерес у цьому напрямі викликає комп'ютерна модель оцінювання знань студентів, тому що електронна перевірка знань студентів надає більше часу для викладання нового

навчального матеріалу на лекціях, що, у свою чергу, сприяє кращому засвоєнню дисципліни. Перейдемо до поняття «адаптивного» тесту.

Під адаптивним тестовим контролем розуміють комп'ютеризовану систему перевірки знань студентів, яка володіє високою ефективністю за рахунок оптимізації процедур генерації, подавання й оцінки результатів виконання адаптивних тестів [4]. Ефективність контрольних-оціночних процедур підвищується під час використання багатокрокової стратегії відбору та висунення завдань, заснованих на алгоритмах із повною контекстною залежністю, у яких наступний крок здійснюється тільки після оцінки результатів виконання попереднього кроку. Після виконання студентом чергового завдання, кожен раз виникає потреба в прийнятті рішення про підбір складності наступного завдання залежності від того, вірною чи невірною була попередня відповідь. Алгоритм відбору завдань будується за принципом зворотного зв'язку, коли за умови правильної відповіді студента чергове завдання вибирається більш складним, а невірна відповідь тягне за собою подавання менш складного завдання, ніж те, на якому студент дав невірну відповідь.

**Аналіз актуальних досліджень.** Проблему впровадження комп'ютерного тестування для визначення рівня знань студентів вивчали дуже багато дослідників, наприклад: А. Андрєєв, В. Аванесов [1], Ю. Бабанський, С. Білоусова, Н. Кузьміна, С. Любарський [4], В. Олійник, Е. Лузик, О. Мінцер, О. Н. Тализіна. Наступні науковці (Н. Морзе, В. Кухаренко, О. Рибалко, Н. Сиротенко, Б. Шуневич) у своїх працях висвітлювали проблему забезпечення якісного здобуття знань студентами за допомогою інформаційних технологій. Контроль знань як складову частину навчання виділяли Ю. Бабанський, В. Беспалько, Е. Лузик, О. Мінцер, О. Скрипченко.

**Мета статті** полягає в тому, що автори розглянули методи адаптивного тестування знань студентів та виклали математичну модель і алгоритм створення комп'ютерного тесту.

**Виклад основного матеріалу.** У нашій статті ми розглянемо чотири алгоритми адаптивного тестування. Перейдемо до першого алгоритму – *класичне адаптивне тестування знань закритого типу*.

Під «класичним» алгоритмом дистанційного адаптивного тестування знань розуміють тест, у якому складність завдань змінюється залежно від правильності відповіді студента, якщо він правильно відповідає на тестові завдання, то складність наступних завдань підвищується, якщо неправильно – знижується. Характерні переваги «класичного» алгоритму тестування – це простота реалізації, більш висока надійність, адекватність і ефективність в порівнянні з алгоритмами неадаптивного контролю. Недоліки цього алгоритму – низька об'єктивність, висока ймовірність вгадування і списування. Тест включає в себе певну кількість питань (12, 24, 36, 48, 60 - задається викладачем) різної складності (легкі, середні, складні

завдання). Усі тестові завдання містять детерміноване число варіантів відповіді (в даному випадку 4), єдиний із яких правильний. Починається тестування з питання середньої складності. При правильній відповіді на питання студент на наступному кроці відповідає на більш складне питання, при неправильній відповіді – на більш просте. Час тестування та шкала оцінювання знань визначається викладачем.

Перейдемо до другого алгоритму – *алгоритм адаптивного тестування знань закритого типу «Ренесанс» Григор'єва-Дем'янова*. Алгоритм адаптивного тестування знань закритого типу «Ренесанс» Григор'єва-Дем'янова, є правонаступником «Класичного» адаптивного тестування й відрізняється від нього більш широким функціоналом. Характерні особливості алгоритму «Ренесанс» Григор'єва-Дем'янова:

1) налаштовується час, відведений для відповіді на кожне з питань тесту;

2) дозволяється, за бажанням викладача-експерта, здійснювати тестування в «Білих балах» (ураховується складність кожної конкретної правильної відповіді в загальній кількості правильних відповідей) і враховувати швидкість виконання студентом тесту («Бонус за час»);

3) число варіантів відповіді на питання змінюється залежно від правильної/неправильної відповіді студента відповідно до арифметичної прогресії за основою 1;

4) наявність процедури тимчасової адаптації. При правильній/неправильній відповіді на попереднє запитання, на наступне питання студента відводиться або більше, або менше часу.

Розглянемо третій вид адаптивного алгоритму – *алгоритм адаптивного тестування знань закритого типу «Маятник» Григор'єва-Дем'янова*. Тест закритого типу, включає в себе різне, заздалегідь не визначене число питань в інтервалі від 7 до 201 різної складності (легкі, середні, складні завдання). Перед початком встановлюється час, відведений на тестування - від 5 хвилин до нескінченності. Поточна складність питання і число варіантів відповіді на питання змінюються залежно від правильної/неправильної відповіді студента. Тимчасові інтервали по відношенню до заданого раніше часу при правильному/неправильному варіанту відповіді зсуваються на величину - 30, +30 секунд відповідно. Тест триває до того часу, поки не закінчиться відведений час, або доти, поки по закінченні певного часу частота відповідей студента не починає тяжіти (встановлюється, подібно до маятника) до однієї з двох оцінок шкали – залік/незалік. Усі тестові завдання містять один єдиний правильний варіант відповіді.

Останній алгоритм – *адаптивне тестування знань закритого типу «Неокласицизм»*. Дистанційне адаптивне тестування знань за алгоритмом «Неокласицизм» Григор'єва / Дем'янова / Єгорова (Кустова) – є

повноцінним правонаступником двох алгоритмів тестового контролю знань: «Класичного» та «Ренесансу», відрізняючись від них великим функціоналом. Даний алгоритм, також як і алгоритм «Ренесанс», дозволяє за бажанням викладача-експерта здійснювати тестування в «Білих балах» (враховується складність кожного конкретної правильної відповіді в загальній кількості правильних відповідей) і враховувати швидкість виконання студентом тесту («Бонус за час»). Характерні особливості алгоритму «Неокласицизм» Григор'єва / Дем'янова / Єгорова (Кустова):

1) наявність елементів візуалізації часу виконання тестування (зелена маркерна шкала) – виступає мотивуючим елементом для студента, водночас при цьому інформуючи його про кількість відведеного часу та скільки залишилося працювати над поточним тестовим питанням;

2) низька ймовірність помилкового підвищення/пониження складності подальшого питання за рахунок введення поняття «Порога». Поріг ( $N$ ) – деяка кількість правильних підряд відповідей, при якому відбувається зміна категорії складності подальшого тестового питання. Наприклад, при  $N = 2$ , студенту для підвищення/пониження складності питання на наступному кроці необхідно відповісти безпомилково на 2 питання поспіль, очевидно, що при цьому ймовірність вгадування правильної відповіді – знижується, і як наслідок знижується ймовірність помилкового зниження/підвищення складності при реалізації процедури адаптації;

3) наявність процедури, яка налаштовується на тимчасову адаптацію (синхронно та асинхронно відповідно). При правильній/неправильній відповіді на попереднє запитання або на наступне питання, студенту відводиться або більше, або менше часу. При синхронній тимчасовій адаптації – величина тимчасового зсуву на наступному кроці – рівномірна, наприклад,  $\pm 10$  секунд, а при асинхронній – нерівномірна, наприклад  $+15$  і  $-10$  відповідно.

Розглянемо математичну модель оцінки знань студента. У даний час існує безліч самих різних математичних моделей і підходів, що описують ті чи інші стадії процесу контролю знань, і що спираються на різні розділи математики. Використовуються теорія ймовірності й математична статистика, теорія графів, теорія нечітких множин і нечітка логіка, теорія прийняття рішень і дослідження операцій, комбінаторна топологія та теорія фракталів і багато іншого.

Для інтелектуальних систем контролю знань математичне моделювання сполучається з інформаційним моделюванням і використанням різних моделей знань. У розробленій системі реалізовані такі моделі оцінки знань:

*Проста модель.* Дана модель є найпростішою і найпоширенішою. Відповідь студента на кожне завдання оцінюється за двобальною (правильно чи неправильно) або багатобальною (наприклад, п'ятибальною) шкалами. Оцінка виставляється шляхом обчислення значення  $R$

$$R = \frac{\sum_{i=1}^k R_i}{n}, \quad (1.1)$$

де  $R_i$  – правильна відповідь учня на  $i$ -е завдання,  $k$  - кількість правильних відповідей з  $n$  запропонованих ( $k \leq n$ ).

Остаточна оцінка визначається за формулою:

$$I = \begin{cases} 1, & R \leq c_1 \\ 2, & c_1 < R \leq c_2 \\ \dots \\ M, & R > c_{m-1}. \end{cases}, \quad (1.2)$$

Тут  $I$  - остаточна оцінка,  $(c_1, c_2, \dots, c_{m-1})$  – вектор граничних значень,  $M$  – максимально можлива оцінка (наприклад, 100 при 100-бальній системі оцінювання).

*Модель, яка враховує час виконання завдання.* Для правильних відповідей обчислюється значення  $R_i$  за формулою

$$R_i = \begin{cases} 1, & t \leq t_{\max} \\ 0, & t > t_{\max} \end{cases}, \quad (1.3)$$

де  $t$  – час виконання завдання,  $t_{\max}$  – час, відведений на виконання завдання. Далі оцінка визначається як у простій моделі.

*Модель, яка враховує складність завдання.* У цій моделі оцінка виставляється шляхом обчислення значення  $R$

$$R = \frac{\sum_{i=1}^k w_i R_i}{n}, \quad (1.4)$$

де  $n$  – число завдань;  $w_i$  – вектор вагових коефіцієнтів завдань, який залежить від їх дидактичних характеристик, тобто параметр відповідає за складність  $i$ -го завдання.

У даному проекті запропоновано й реалізовано така формула для оцінки знань студентів, яка враховує складність завдання та час його виконання

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n w_i R_i \beta_i(t_i)}{n}, \quad (1.5)$$

де  $n$  – число завдань;  $w_i$  – вектор вагових коефіцієнтів завдань, який залежить від їх дидактичних характеристик,  $\beta_i(t_i)$  – функція, яка враховує час виконання студентом  $i$ -го завдання. Функція  $\beta_i(t_i)$  визначається таким чином:

$$\beta_i(t_i) = \begin{cases} 1, & t_i \leq \theta_i \\ 0, & t_i > 3\theta_i \\ \exp\left(-\frac{(t_i - \theta_i)^2}{\theta_i^2}\right) & \end{cases} \quad (1.6)$$

Дана модель одночасно дозволяє враховувати і час виконання, і складність тесту.

Розглянемо алгоритм адаптивного тестування знань студентів. Даний алгоритм моделює процес прийому заліку або іспиту викладачем. Дійсно, під час заліку або іспиту викладач спочатку задає студенту питання середньої складності. Якщо студент відповів на це питання, то викладач задає студенту більш складні питання до тих пір, поки студент або не відповість на поставлене запитання, або відповість на всі питання найвищого рівня складності. В останньому випадку студент отримує максимальну оцінку, інакше викладач виставляє оцінку пропорційно складності питання. Якщо ж студент не відповів на поставлене запитання, складність подальшого питання знижується до тих пір, поки студент не почне відповідати на поставлені запитання. Якщо ж студент не відповідає на питання мінімального рівня складності, то йому виставляється незадовільна оцінка. Цей сценарій реалізований в запропонованому алгоритмі адаптивного тестування.

Вихідними даними для даного алгоритму є число питань  $n$  одного рівня складності, при відповіді на які збільшується складність наступних питань і кількість  $N$  питань одного рівня, в разі відповіді на які студенту виставляється оцінка. Очевидно, що  $N > n$ . На першому кроці алгоритму вибираються  $n$  питань середнього рівня. У разі відповіді на всі поставлені запитання відбувається перехід на рівень вище. У разі, якщо студент не відповів на жодне з поставлених питань, відбувається перехід на рівень нижче. В іншому випадку рівень залишається колишнім. Запам'ятовуються номери обраних питань і підраховується число питань кожного рівня, на які правильно відповів студент. Потім, серед питань що залишилися, знову вибираються  $n$  питань отриманого рівня й алгоритм повторюється. У разі досягнення максимального рівня й отримання  $N$  правильних відповідей тестування завершується і студенту виставляється оцінка за формулою (1.6). Тестування завершується також в разі досягнення мінімального рівня, у разі отримання  $N$  правильних відповідей на якомусь рівні, а також у разі закінчення часу, відведеного на тестування. Блок-схема алгоритму наведена на рисунку 1.

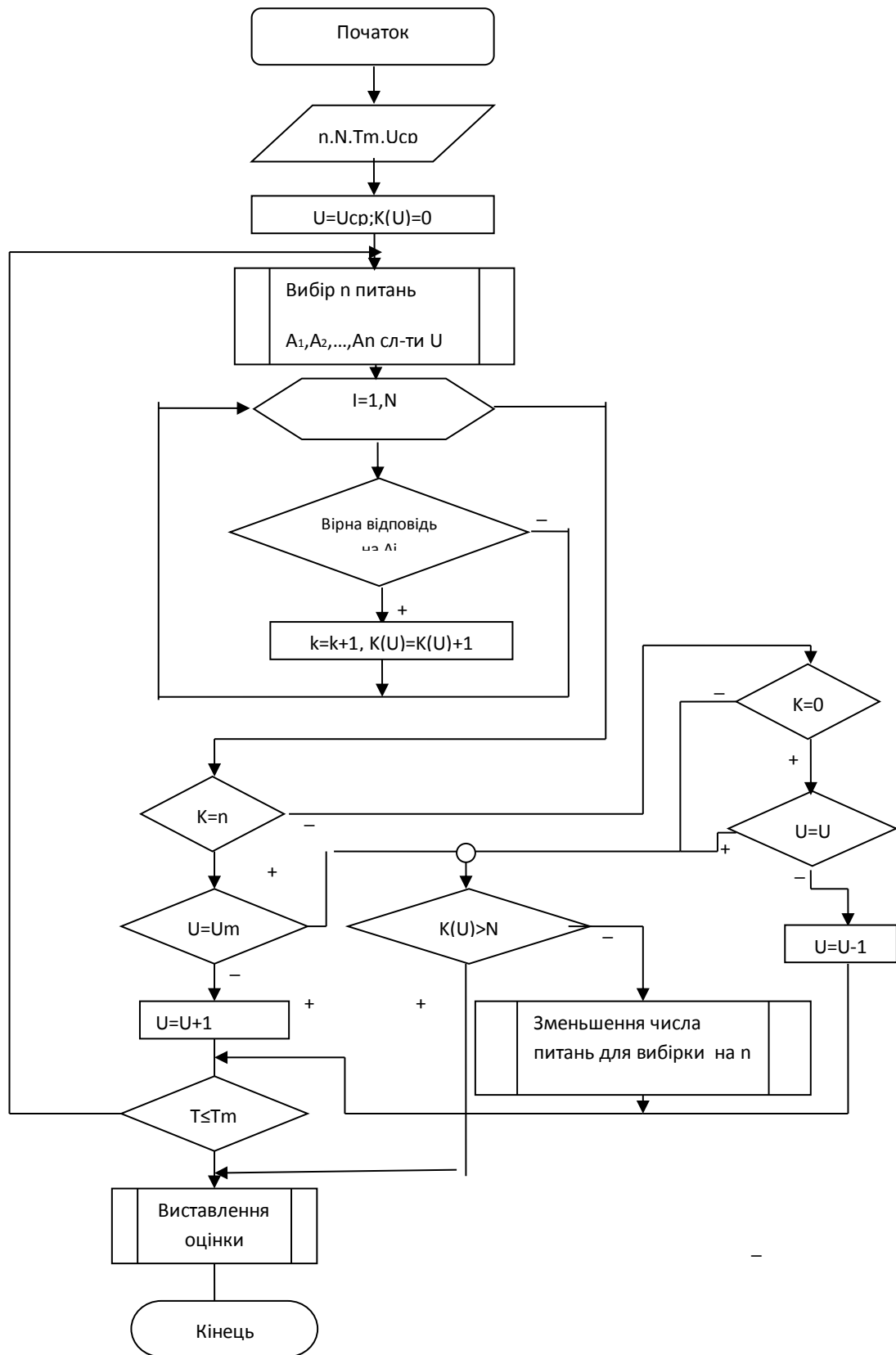


Рис. 1. Блок-схема алгоритму адаптивного тестування

Тут  $T_m$  - максимальний час тестування,  $k(U)$  - кількість правильних відповідей на питання рівня  $U$ ,  $U_{cp}$  - середній рівень складності питань.

**Висновки та перспективи подальших наукових розвідок.** У цій статті ми довели про переваги комп'ютерного адаптивного тестування, які дають

можливість зробити крок до розвитку тестування в майбутньому. Проте робити такий крок завжди треба виважено для того, щоб така процедура оцінювання добре впроваджувалась в процес навчання для забезпечення його максимальної ефективності. Адаптивне тестування на даному етапі сприяє розвитку сучасних напрямків освіти та відкриває нові можливості в підвищенні ефективності навчальних процесів.

#### ЛІТЕРАТУРА

- 1 Аванесов В. С. Научные проблемы тестового контроля знаний : учебное пособие / В. С. Аванесов. – М., 1994. – 135 с.
- 2 Гороль П. К. Сучасні інформаційні засоби навчання / П. К. Гороль, Р. С. Гуревич, Л. Л. Коношевський, О. В. Шестопалюк. – Вінниця : ВДПУ імені М. Коцюбинського, 2004. – 535 с.
- 3 Информатика: Комп'ютерна техніка. Комп'ютерні технології : посіб. / за ред. О. І. Пушкаря. – К. : Видавничий центр «Академія», 2001. – 696 с.
- 4 Любарський С. В. Адаптивні алгоритми оцінки знань в інтелектуальній комп'ютерній тренажерній системі навчання / С. В. Любарський // Збірник наукових праць ВІТІ НТУУ «КПІ». – 2010. – № 2. – С. 59–64.
- 5 Нісімчук А. С. Сучасні педагогічні технології : навч. посіб. / А. С. Нісімчук, О. С. Падалка, О. Т. Шпак. – К., 2000.
- 6 John Michael Linacre. Computer-Adaptive Testing: Methodology Whose Time Has Come. – Seoul, South Korea : Komesa Press, 2000. – 58 p.

#### РЕЗЮМЕ

**Загребельный С., Загребельная Е., Костиков А.** Методы адаптивного тестирования знаний студентов.

*Авторы в статье рассматривают методы адаптивного тестирования знаний студентов (алгоритм классического адаптивного тестирования знаний закрытого типа, алгоритм адаптивного тестирования знаний закрытого типа «Ренессанс» Григорьева-Демьянова, алгоритм адаптивного тестирования знаний закрытого типа «Маятник» Григорьева-Демьянова, алгоритм адаптивного тестирования знаний закрытого типа «Неоклассицизм»). Все методы адаптивного тестирования подробно описаны авторами, рассмотрена математическая модель создания адаптивного теста с учетом времени, приведен алгоритм и блок-схема адаптивного компьютерного теста. На основе данной блок-схемы авторский коллектив самостоятельно разработал компьютерную тестирующую оболочку на основе веб-программирования (с использованием инструментария веб-страниц – рhr, системы управления базами данных – SQL и возможностью защищенного доступа к сайту – SSL) и выложили ее в глобальную сеть Интернет.*

**Ключевые слова:** тест, адаптивное тестирование, алгоритм, блок-схема, компьютерное тестирование, дистанционное образование.

#### SUMMARY

**Zagrebely S., Zagrebelynaya E., Kostikov A.** Methods of adaptive testing of students knowledge.

*The article deals with the methods of adaptive testing of students' knowledge (the algorithm of classical adaptive closed testing, the algorithm of the adaptive closed testing «Renaissance» by Grigorieva-Demyanova, the algorithm of the adaptive closed testing «Pendulum» (Mayatnik) by Grigoryeva-Demyanova, the algorithm of the adaptive closed testing «Neoclassicism»).*



*All the methods of adaptive testing are described in details by the authors, the mathematical model of timed creation of the adaptive test, the algorithm and the block diagram of an adaptive computer test are introduced. On the basis of this flow diagram the corporate authors independently developed a computer testing shell based on web programming (using the web pages tools - php, management databases - SQL and the ability of a secure access to a site - SSL) and put it on the Internet.*

*A great advantage of this computer program for online testing is that there is no need to install it on a computer, it is only necessary to have an access to the Internet.*

*At any time a student can visit the website and pass the test using not only a computer or a laptop (Windows or Linux computer operating systems) but also by means of a smartphone or a tablet (Android operating system). Now therefore we come to the conclusion that this program is of great importance for introduction of the innovative method of evaluation of students' knowledge in virtual education.*

*The teacher having an access to the system of editing (who knows a login and a password – the For the Teacher button) can see the browsing history with the following data: who, when, on what topic and what mark a student received having passed a test in this system of testing. The program works in such a way that questions in tests change the order (i.e. mix up) therefore it doesn't make sense to remember the sequence of answers.*

*This program has a set of advantages in comparison with other programs (installation on a computer is not required, a student can pass a test at any time, completely free, it is not necessary to license it, any operating system is acceptable), there is only one shortcoming – it will be impossible to interact with the testing program without the Internet access that means the ultimate efficiency of the developed program.*

**Key words:** *a test, an adaptive test, an algorithm, a block diagram, computer testing, virtual education.*