



УКРАЇНА

(19) UA (11) 64873 (13) U
(51) МПК (2011.01)
G06F 7/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СИСТЕМА НАВЧАННЯ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ КОМП'ЮТЕРНОГО ТЕСТУВАННЯ

1

(21) u201104040

(22) 04.04.2011

(24) 25.11.2011

(46) 25.11.2011, Бюл.№ 22, 2011 р.

(72) РІЗУН НІНА ОЛЕГІВНА, ТАРАНЕНКО ЮРІЙ
КАРЛОВИЧ, ТАРНОПОЛЬСЬКИЙ ОЛЕГ БОРИСО-
ВИЧ, ХОЛОД БОРИС ІВАНОВИЧ(73) РІЗУН НІНА ОЛЕГІВНА, ТАРАНЕНКО ЮРІЙ
КАРЛОВИЧ, ТАРНОПОЛЬСЬКИЙ ОЛЕГ БОРИСО-
ВИЧ, ХОЛОД БОРИС ІВАНОВИЧ

(57) Система навчання із застосуванням комп'ютерного тестування знань студентів, яка включає сервер, що містить засоби зберігання навчального матеріалу, засоби передавання зазначеного навчального матеріалу на термінал користувача з використанням комп'ютерної мережі, засіб отримання персональної ідентифікаційної інформації від терміналу користувача, та засіб отримання розпізнаних дій користувача через засіб передачі розпізнаних дій від терміналу через комп'ютерну мережу; щонайменше один термінал користувача, який включає засіб ідентифікації, призначений для отримання персональної інформації користувача, засіб передачі, призначений для передання отриманої персональної ідентифікаційної інформації на сервер через комп'ютерну мережу, засоби одержання зазначеного навчального матеріалу від сервера з використанням комп'ютерної мережі та засоби демонстрації отриманого навчального матеріалу користувачеві, засіб розпізнавання дій користувача під час сеансу навчання та засіб передавання розпізнаних дій користувача на сервер, яка **відрізняється** тим, що навчальний матеріал, структурований за навчальними елементами, зберігається на сервері у трьох формах - перша для самостійного попереднього опанування перед сеансом навчання, друга - для розгляду та демонстрації безпосередньо під час сеансу навчання, третя - у вигляді тестового матеріалу для оцінки ступеня опанування навчального матеріалу під час сеансу навчання; система додатково містить термінал викладача; термінал викладача містить засоби визначення та передавання на сервер значення сигналу сукупності елементів навчального матеріалу, призначених для опанування на поточному сеансі навчання; термінал користувача додатково містить засіб для копіювання на індивідуальний пристрій зберігання сигналу, отриманого із

2

зазначеним викладачем випередженням відповідно подачі матеріалу другої форми, визначеної викладачем сукупності елементів навчального матеріалу першої форми; термінал викладача містить засоби визначення та передавання на сервер значення сигналу достатнього (граничного) ступеня засвоєння користувачами навчального матеріалу; сервер додатково включає засоби для отримання з використанням комп'ютерної мережі та зберігання сигналів достатнього (граничного) ступеня засвоєння навчального матеріалу; сервер додатково містить засіб генерації сигналів послідовності подавання сформованої за сигналом з терміналу викладача сукупності елементів навчального матеріалу третьої форми; термінал користувача; термінал користувача додатково містить засоби отримання з сервера через комп'ютерну мережу та демонстрації під час сеансу навчання сигналів навчального матеріалу третьої форми; засіб розпізнавання дій користувача під час сеансу навчання додатково формує сигнал результатів попереднього тестування користувача на початку сеансу навчання; сервер додатково містить засіб зберігання вказаних сигналів результатів попереднього тестування користувача на початку сеансу навчання; сервер додатково містить засіб оцінки та передавання на термінал викладача сигналу попереднього ступеня засвоєння користувачем визначеної викладачем сукупності елементів навчального матеріалу; сервер додатково містить засоби формування та подання сигналу коригування, згідно із значенням сигналу попереднього ступеня засвоєння користувачами визначеної викладачем сукупності елементів навчального матеріалу, складу та структури сигналу визначеної викладачем другої форми, що передається на термінали викладача та користувача для безпосереднього опанування під час сеансу навчання; термінал користувача наприкінці сеансу навчання отримує із сервера через комп'ютерну мережу сигнал сформованої сукупності елементів навчального матеріалу третьої форми, сформованої за сигналом з терміналу викладача; засіб розпізнавання дій користувача під час повторного подання сукупності елементів навчального матеріалу третьої форми формує сигнал результатів контрольного тестування користувача; сервер додатково містить засіб

(13) U

(11) 64873

(19) UA

зберігання вказаних розпізнаних сигналів результатів контрольного тестування користувача за сукупністю визначеної викладачем елементів навчального матеріалу; сервер додатково містить засіб оцінки та передання на термінали викладача та користувача сигналу контрольного ступеня засвоєння користувачем визначеної викладачем сукупності елементів навчального матеріалу; термінал викладача містить засіб отримання та демонстрації сигналу контрольного ступеню засвоєння користувачем визначеної викладачем сукупності елементів навчального матеріалу; термінал користувача додатково містить засіб отримання та демонстрації результатів контрольного тестування користувача за сукупністю визначеної викладачем елементів навчального матеріалу; сервер додатково містить засіб оцінки рівня зрозумілості та доступності подання із випередженням та безпосередньо під час сеансу навчання сукупності, визначеної викладачем, елементів навчального матеріалу; сервер додатково містить засіб формування та передавання на термінал викладача сиг-

налу рекомендацій до коригування сукупності елементів навчального матеріалу усіх трьох форм навчального матеріалу, що готується до наступного сеансу навчання; термінал користувача додатково містить засіб отримання та демонстрації сигналу рекомендацій до коригування сукупності елементів навчального матеріалу усіх трьох форм навчального матеріалу, що готується до наступного сеансу навчання; сервер додатково включає місце для зберігання сигналів критичних показників якості тестового матеріалу; сервер додатково містить засіб оцінки якості тестового матеріалу, що використовувався під час сеансу навчання; сервер додатково містить засіб передання через комп'ютерну мережу на термінал викладача сигналів результатів оцінки якості тестового матеріалу, що використовувався під час сеансу навчання; термінал викладача містить засіб отримання та демонстрації сигналів результатів оцінки якості тестового матеріалу, що використовувався під час сеансу навчання.

Корисна модель належить до галузі освітніх систем із комп'ютерними технологіями і може застосовуватися в освіті як самостійно, так і в поєднанні з традиційними освітніми методиками.

У відомій системі навчання, у якій сигнал тестового матеріалу, скорельований із сигналами навчального матеріалу по усьому курсу, подається для діалогового контролю за всією програмою дисципліни або великим закінченням розділом. За результатами тестування оформлюється сигнал протоколу, який містить інформацію про сигнали результатів тестування і оцінки знань користувача у вигляді відсотка підрозділів програми, на питання, за якими було дано правильні відповіді і які вважаються засвоєними. Ця інформація використовується для формування сигналу індивідуального навчального посібника, який необхідно опанувати, і який включає лише ті підрозділи програми, за якими виявлено незнання. [1. Інтерактивний спосіб комп'ютеризованого навчання [Текст]: патент на винахід №54690А. Україна: МПК 7G09B7/00. Черінько В.М.; Заявник та патентовласник: Черінько В.М. - №2001129037, заявл. 25.12.2001, опубл. 17.03.2003 Бюл. №3/2003р.].

Недоліком цього способу є недостатня ефективність організації системи навчання, що полягає у одноразовому тестуванні знань користувачів із подальшим коригуванням навчального матеріалу без передбачення технічного забезпечення процесу опанування даного навчального посібника у поєднанні із поясненнями та уточненнями викладача, подальшого зворотного зв'язку за результатами опанування отриманого навчального матеріалу, а також оцінки та покращення якості навчального та тестового матеріалу, що використовується.

У відомій системі навчання передбачається визначення сигналу ступеня засвоєння структурованого фрагменту навчальної інформації, що надана користувачу, відокремлення сигналів тих фрагментів, у яких знання користувачів недостатні та формування сигналу наступного фрагменту учбового матеріалу в залежності від рейтингу засвоєного учнем матеріалу [2. Спосіб побудови адаптивної системи навчання [Текст]: патент на корисну модель №3619U. Україна: 7G09B7/07. Єрмоленко О.В., Ковальов В.І., Лісної А.І., Серков О.А.; Заявник та патентовласник: Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут". - №2004010029, заявл. 08.01.2004, опубл. 15.12.2004, Бюл. 12, 2004р.].

Недоліками цього способу також є недостатня ефективність організації системи навчання, що полягає у необхідності опанування усього фрагменту навчального матеріалу безпосередньо під час сеансу навчання, що значно знижує час на засвоєння найбільш складних та недостатньо зрозумілих користувачами фрагментів навчального матеріалу, а також у формуванні індивідуальних фрагментів навчального матеріалу для кожного користувача, що ускладнює організацію процесу пояснення та коментарів із боку викладача під час сеансу навчання, що значно знижує рівень засвоєння матеріалу користувачами середнього на низького рівня знань.

Найбільш близькою до системи, що заявляється, є система навчання, яка передбачає наявність засобу подання навчального матеріалу користувачу, засобу розпізнавання та передавання розпізнаних дій від користувача до сервера та модуль оцінки відношення користувача до навчального матеріалу, системи навчання та її організації

на підставі його дій у вигляді запитів та звітів із подальшим зворотним зв'язком із викладачем (із метою коригування структури та складу навчального матеріалу) та керівництвом навчального закладу у цілому (із метою коригування організації процесу навчання). [3. Обучающая система [Текст]: патент на изобретение №2262738С2. Россия: G06F17/60. Хоясита С., Икегами Я., Суми К.; Патентообладатель: Сага "Юниверсити" (JP). - №2003103471/09, заявл. 05.02.2003, опубл. 20.10.2005, Бюл. 29].

Недоліком цієї системи також є недостатня ефективність організації системи навчання, що полягає у відсутності необхідності ознайомлення із навчальним матеріалом із метою оптимізації часу на розгляд найбільш проблемних з точки зору складності засвоєння навчальних питань, в також відсутності системи оперативного автоматичного коригування складу та структури навчального матеріалу за результатами розпізнавання дій та зворотного зв'язку із користувачами.

В основу корисної моделі поставлено задачу удосконалення організації системи навчання, в якому шляхом введення нових технологічних операцій та параметрів досягається можливість комплексного підвищення ефективності навчального процесу з використанням комп'ютерного тестування шляхом оптимізації форм та індивідуалізації обсягу та структури навчального матеріалу, що подається для засвоєння у поточному сеансі навчання, підвищення ступеня зрозумілості та доступності подання навчального матеріалу та рівня якості тестового матеріалу, що використовується для контролю знань користувачів, що в цілому сприяє підвищенню якості підготовки учнів.

Поставлена задача вирішується тим, що у відомій системі навчання, який включає сервер, що містить засоби зберігання навчального матеріалу, засоби передавання зазначеного навчального матеріалу на термінал користувача з використанням комп'ютерної мережі, засіб отримання персональної ідентифікаційної інформації від терміналу користувача, та засіб отримання розпізнаних дій користувача через засіб передачі розпізнаних дій від терміналу через комп'ютерну мережу; меншою мірою один термінал користувача, який включає засіб ідентифікації, що призначений для отримання персональної інформації користувача, засіб передачі, що призначений для передання отриманої персональної ідентифікаційної інформації на сервер через комп'ютерну мережу, засоби одержання зазначеного навчального матеріалу від сервера з використанням комп'ютерної мережі та засоби демонстрації отриманого навчального матеріалу користувачеві, засіб розпізнавання дій користувача під час сеансу навчання та засіб передавання розпізнаних дій користувача на сервер, відрізняється тим, що навчальний матеріал, структурований за навчальними елементами, зберігається на сервері у трьох формах - перша для самостійного попереднього опанування перед сеансом навчання, друга для розгляду та демонстрації безпосередньо під час сеансу навчання, третя у вигляді тестового матеріалу для оцінки ступеня опанування навчального матеріалу під час

сеансу навчання; система додатково містить термінал викладача; термінал викладача містить засоби визначення та передавання на сервер значення сигналу сукупності елементів навчального матеріалу, призначених для опанування на поточному сеансі навчання; термінал користувача додатково містить засіб для копіювання на індивідуальний пристрій зберігання сигналу, отриманого із зазначеним викладачем випередженням відповідно подачі матеріалу другої форми, визначеної викладачем сукупності елементів навчального матеріалу першої форми; термінал викладача містить засоби визначення та передавання на сервер значення сигналу достатнього (граничного) ступеня засвоєння користувачами навчального матеріалу; сервер додатково включає засоби для отримання з використанням комп'ютерної мережі та зберігання сигналів достатнього (граничного) ступеня засвоєння навчального матеріалу; сервер додатково містить засіб генерації сигналів послідовності подавання сформованої за сигналом з терміналу викладача сукупності елементів навчального матеріалу третьої форми; термінал користувача; термінал користувача додатково містить засоби отримання з сервера через комп'ютерну мережу та демонстрації під час сеансу навчання сигналів навчального матеріалу третьої форми; засіб розпізнавання дій користувача під час сеансу навчання додатково формує сигнал результатів попереднього тестування користувача на початку сеансу навчання; сервер додатково містить засіб зберігання вказаних сигналів результатів попереднього тестування користувача на початку сеансу навчання; сервер додатково містить засіб оцінки та передання на термінал викладача сигналу попереднього ступеня засвоєння користувачем визначеної викладачем сукупності елементів навчального матеріалу; сервер додатково містить засоби формування та подання сигналу коригування, згідно із значенням сигналу попереднього ступеня засвоєння користувачами визначеної викладачем сукупності елементів навчального матеріалу, складу та структури сигналу визначеної викладачем сукупності елементів навчального матеріалу другої форми, що передається на термінали викладача та користувача для безпосереднього опанування під час сеансу навчання; термінал користувача наприкінці сеансу навчання отримує із сервера через комп'ютерну мережу сигнал генерованої сукупності елементів навчального матеріалу третьої форми, сформованої за сигналом з терміналу викладача; засіб розпізнавання дій користувача під час повторного подання сукупності елементів навчального матеріалу третьої форми формує сигнал результатів контрольного тестування користувача; сервер додатково містить засіб зберігання вказаних розпізнаних сигналів результатів контрольного тестування користувача за сукупністю визначеної викладачем елементів навчального матеріалу; сервер додатково містить засіб оцінки та передання на термінали викладача та користувача сигналу контрольного ступеня засвоєння користувачем визначеної викладачем сукупності елементів навчального матеріалу; термінал викладача містить засіб отримання та демонстра-

ції сигналу контрольного ступеня засвоєння користувачем визначеної викладачем сукупності елементів навчального матеріалу; термінал користувача додатково містить засіб отримання та демонстрації результатів контрольного тестування користувача за сукупністю визначеної викладачем елементів навчального матеріалу; сервер додатково містить засіб оцінки рівня зрозумілості та доступності подання із випередженням та безпосередньо під час сеансу навчання сукупності визначеної викладачем елементів навчального матеріалу; сервер додатково містить засіб формування та передавання на термінал викладача сигналу рекомендацій до коригування сукупності елементів навчального матеріалу усіх трьох форм навчального матеріалу, що готується до наступного сеансу навчання; термінал користувача додатково містить засіб отримання та демонстрації сигналу рекомендацій до коригування сукупності елементів навчального матеріалу усіх трьох форм навчального матеріалу, що готується до наступного сеансу навчання; сервер додатково включає місце для зберігання сигналів критичних показників якості тестового матеріалу; сервер додатково містить засіб оцінки якості тестового матеріалу, що використовувався під час сеансу навчання; сервер додатково містить засіб передання через комп'ютерну мережу на термінал викладача сигналів результатів оцінки якості тестового матеріалу, що використовувався під час сеансу навчання; термінал викладача містить засіб отримання та демонстрації сигналів результатів оцінки якості тестового матеріалу, що використовувався під час сеансу навчання.

Технічним результатом заявленої системи є підвищення ефективності процесу проведення навчального процесу завдяки організації зворотного зв'язку між системою навчання, викладачем та користувачем, а також можливості моніторингу процесу навчання користувача із метою автоматичного комплексного визначення та аналізу показників ступеню зрозумілості та доступності подання, а також засвоєння навчального матеріалу та якості тестового матеріалу, що використовується для об'єктивного контролю знань користувачів.

На фігурі 1 наведена функціональна схема системи навчання з використанням комп'ютерного тестування, де:

- 1 - блок сервера;
- 2 - блок засобу зберігання та передання навчального матеріалу;
- 3 - блок засобу зберігання та передання навчального матеріалу першої форми;
- 4 - блок засобу зберігання та передання навчального матеріалу другої форми;
- 5 - блок засобу зберігання та передання навчального матеріалу третьої форми;
- 6 - блок терміналу викладача;
- 7 - блок терміналу користувача;
- 8 - блок засобу визначення сигналу сукупності елементів навчального матеріалу, призначених для опанування на поточному сеансі навчання;
- 9 - блок засобу для копіювання на індивідуальний пристрій сигналу визначеної викладачем

сукупності елементів навчального матеріалу першої форми;

10 - блок індивідуального засобу користувача для зберігання інформації;

11 - блок засобу задавання значення сигналів достатнього (граничного) ступеня засвоєння користувачами навчального матеріалу;

12 - блок засобу зберігання сигналів достатнього (граничного) ступеня засвоєння навчального матеріалу;

13 - блок засобу генерації сигналів послідовності подавання сформованої за сигналом з терміналу викладача сукупності елементів навчального матеріалу третьої форми;

14 - блок засобу персональної ідентифікації користувача;

15 - блок засобу отримання персональної ідентифікаційної інформації на сервер;

16 - блок засобу отримання/передання сигналів терміналом користувача;

17 - блок засобу демонстрації терміналу користувача;

18 - блок засобу розпізнавання дій користувача під час тестування користувача на початку сеансу навчання;

19 - блок засобу зберігання розпізнаних дій користувачів під час попереднього тестування користувача на початку сеансу навчання;

20 - блок засобу формування сигналу попереднього ступеня засвоєння користувачами визначеної викладачем сукупності елементів навчального матеріалу;

21 - блок засобу отримання сигналів терміналом викладача;

22 - блок засобу формування сигналу коригування складу та структури сигналу визначеної викладачем сукупності елементів навчального матеріалу другої форми;

23 - блок засобу розпізнавання дій користувача під час повторного подання сукупності елементів навчального матеріалу третьої форми;

24 - блок засобу зберігання розпізнаних дій користувачів під час повторного подання сукупності елементів навчального матеріалу третьої форми;

25 - блок засобу оцінки та передання на термінали викладача та користувача сигналу контрольного ступеня засвоєння користувачами визначеної викладачем сукупності елементів навчального матеріалу;

26 - блок засобу демонстрації терміналу викладача;

27 - блок засобу формування сигналу рівня зрозумілості та доступності подання із випередженням та безпосередньо під час сеансу навчання сукупності визначеної викладачем елементів навчального матеріалу;

28 - блок засобу формування сигналу рекомендацій до коригування сукупності елементів навчального матеріалу усіх трьох форм навчального матеріалу, що готується до використання у наступному сеансі навчання;

29 - блок засобу зберігання сигналів критичних показників якості тестового матеріалу;

30 - блок засобу оцінки якості тестового матеріалу, що використовувався під час сеансу навчання;

31- блок засобу отримання/передання сигналів сервером;

32 - блок комп'ютерної мережі.

Блоки 1-32 з'єднані згідно з фігурою 1 та реалізовані по типу IBM-стандарту з використанням стандартних процесорів, постійних пристроїв, що запам'ятовують, а також пристроїв вводу та виводу інформації, таких як монітор, принтер, сканер і т. д.

Тут та далі під поняттям сигнал приймається біт-послідовний цифровий потік, що несе інформацію про результати функціонування способу навчання з використанням комп'ютерного тестування. Наприклад, сигнал сукупності елементів навчального матеріалу, сигнал оцінки рівня зрозумілості та доступності подання із випередженням та безпосередньо під час сеансу навчання сукупності визначеної викладачем елементів навчального матеріалу. Електричні параметри таких сигналів відповідають стандартам обміну інформацією в персональних комп'ютерах серії IBM згідно суті та назви заявленої корисної моделі.

Запропонований спосіб проведення комп'ютерного тестування знань студентів реалізується наступним чином:

1. На сервері (блок 1) системи навчання формується та зберігається навчальний матеріал (блок 2), структурований за навчальними елементами (темами), зберігається на сервері у трьох формах - перша для самостійного попереднього опанування перед сеансом навчання (блок 3), друга для розгляду та демонстрації безпосередньо під час сеансу навчання (блок 4), третя у вигляді тестового матеріалу для оцінки ступеня опанування навчального матеріалу під час сеансу навчання (блок 4).

2. На терміналі викладача визначається (блок 8) та передається (блок 21) на сервер (блок 1) через комп'ютерну мережу (блок 32) значення сигналу сукупності елементів навчального матеріалу STR, призначених для опанування на поточному сеансі навчання.

3. Із зазначеним викладачем випередженням користувач з сервера (блок 1) за допомогою блоку передавання (блок 31) через комп'ютерну мережу (блок 32) одержує (блок 16) на термінал користувача (блок 7) сигнал сукупності елементів навчального матеріалу першої форми M₁.

4. Термінал користувача (блок 7) дозволяє скопіювати (блок 9) сигнал визначеної викладачем сукупності елементів навчального матеріалу першої форми, отриманого із зазначеним викладачем випередженням M₁ на індивідуальний засіб користувача для додаткового зберігання (блок 10). До початку наступного навчального сеансу користувач повинен ознайомитися із зазначеним навчальним матеріалом M₁.

5. На початку навчального сеансу викладачем на терміналі визначається (блок 11) та передається (блок 21) на сервер через комп'ютерну мережу (блок 32) за допомогою блоку (блок 31) значення сигналу достатнього (граничного) ступеня засво-

єння користувачами навчального матеріалу D_R. Значення D_R зберігається на сервері у блоці (блок 12).

6. На початку поточного сеансу навчання з сервера (блок 1) за допомогою блоку передавання (блок 31) через комп'ютерну мережу (блок 32) на терміналі користувача (блок 7) одержується у випадковому порядку генерований на основі M₃ за допомогою блоку 13 та демонструється (блок 17) сформована за сигналом з терміналу викладача сукупність елементів тестового матеріалу GM_{3P} для попереднього тестування.

7. Засіб розпізнавання дій користувача (блок 18) формує та передає (блок 16) на сервер у блок 19 через комп'ютерну мережу (блок 32) персональний звіт ZVIT_P(PIN) про результати попереднього тестування користувача на початку сеансу навчання.

8. За результатами персонального звіту ZVIT_P(PIN) про результати попереднього тестування користувача на сервері у блоці 20 формується сигнал P_{OSV} попереднього ступеня засвоєння користувачами визначеної викладачем сукупності елементів навчального матеріалу.

9. На сервері у блоці 22 на підставі сигналу P_{OSV} формується та подається сигнал KOR коригування складу та структури сигналу визначеної викладачем сукупності елементів навчального матеріалу другої форми, що передається на термінали викладача та користувача для безпосереднього опанування під час сеансу навчання.

10. Скоригований навчальний матеріал M₂ (блок 4) із сервера через комп'ютерну мережу (блок 32) передається (блок 31), отримується (блоку 21, блок 16) та демонструється (блок 26, блок 17) на терміналах викладача (блок 6) та користувача (блок 7) під час сеансу навчання.

11. Наприкінці сеансу навчання (із зазначеним викладачем випередженням відносно часу закінчення сеансу навчання) користувач вдруже отримує з сервера (блок 1) за допомогою блоку передавання (блок 31) через комп'ютерну мережу (блок 32) у випадковому порядку за допомогою блоку 13 сигнал сформованої за сигналом з терміналу викладача сукупності елементів навчального матеріалу третьої форми GM_{3K}.

12. Засіб розпізнавання дій користувача (блок 23) під час повторного подання сукупності елементів навчального матеріалу третьої форми GM_{3K} формує персональний звіт ZVIT_K(PIN) про результати контрольного тестування користувача.

13. За результатами персонального звіту ZVIT_K(PIN), що передаються (блок 16) на сервер у блок зберігання розпізнаних дій користувачів під час контрольного подання тестового матеріалу (блок 24) через комп'ютерну мережу (блок 40) у блоці 25 формується сигнал RO контрольного ступеня засвоєння користувачами визначеної викладачем сукупності елементів навчального матеріалу для поточного сеансу навчання.

14. На базі сигналів про результати попереднього та контрольного тестування користувача на сервері (блок 1) формується (блок 27), передається через комп'ютерну мережу (блок 32) за допомогою блоку передавання (блок 31), одержується

(блок 16, блок 21) та демонструється (блок 17, блок 26) на терміналі користувача (блок 7) та викладача (блок 6) сигнал оцінки рівня зрозумілості та доступності подання із випередженням та безпосередньо під час сеансу навчання сукупності визначеної викладачем елементів навчального матеріалу DOST.

15. У блоці 28 формується та передається на блок 2 сигнал K_M рекомендацій щодо коригування сукупності елементів навчального матеріалу усіх трьох форм навчального матеріалу, що готується до наступного сеансу навчання.

16. У блоці 30 сервера на основі сигналів критичних показників якості KR_TEST тестового матеріалу (блок 29) формується сигнал оцінки якості тестового матеріалу K_TEST, що використовувався під час поточного сеансу навчання.

17. Сигнал K_TEST передається через комп'ютерну мережу (блок 32) за допомогою блоку передавання (блок 31), одержується (блок 21) та демонструється (блок 26) на терміналі викладача (блок 6) для подальшого його аналізу та обговорення викладачами-експертами - розробниками тестового матеріалу.

На фігурі 2 наведена функціональна схема прикладу практичної реалізації (ППР) запропонованої системи навчання для групи із N користувачів з використанням комп'ютерного тестування, де:

1 - блок сервера;

2 - блок засобу зберігання та передання навчального матеріалу;

3 - блок засобу зберігання та передання навчального матеріалу першої форми (розшифрування щодо ППР - скороченого конспекту навчального матеріалу із ієрархічною системою гіперпосилань);

4 - блок засобу зберігання та передання навчального матеріалу другої форми (розшифрування щодо ППР - слайдів лекційного навчального матеріалу із ієрархічною системою гіперпосилань);

5 - блок засобу зберігання та передання навчального матеріалу третьої форми (розшифрування щодо ППР - тестового матеріалу, що згрупований згідно з елементами (питаннями) зазначеного навчального матеріалу та ієрархічною структурою);

6 - блок терміналу викладача;

7 - блок терміналу користувача;

8 - блок засобу визначення сигналу сукупності елементів навчального матеріалу, призначених для опанування на поточному сеансі навчання (розшифрування щодо ППР - сигналу номерів ієрархічної структури тем, питань та підпитань навчального матеріалу);

9 - блок засобу для копіювання на індивідуальний пристрій сигналу визначеної викладачем сукупності елементів навчального матеріалу першої форми (розшифрування щодо ППР - сигналу скороченого конспекту лекційного навчального матеріалу із ієрархічною системою гіперпосилань);

10 - блок індивідуального засобу користувача для зберігання інформації;

11 - блок засобу задавання значення сигналів достатнього (граничного) ступеня засвоєння користувачами навчального матеріалу (розшифруван-

ня щодо ППР - сигналів достатньої (граничної) кількості засвоєних завдань тестового матеріалу за кожним питанням теми);

12 - блок засобу зберігання сигналів достатнього (граничного) ступеня засвоєння навчального матеріалу;

13 - блок засобу генерації сигналів послідовності подавання сформованої за сигналом з терміналу викладача сукупності елементів навчального матеріалу третьої форми;

14 - блок засобу персональної ідентифікації користувача (розшифрування щодо ППР - сигналів номера академічної групи та прізвища, ім'я та по батькові користувача);

15 - блок засобу отримання персональної ідентифікаційної інформації на сервер;

16 - блок засобу отримання/передання сигналів терміналом користувача;

17 - блок засобу демонстрації терміналу користувача;

18 - блок засобу розпізнавання дій користувача під час тестування користувача на початку сеансу навчання (розшифрування щодо ППР - сигналу бінарної попередньої матриці-стовпця результатів відповідей користувача на завдання тестового матеріалу, що визначені для розгляду у поточному сеансі навчання);

19 - блок засобу зберігання розпізнаних дій користувача під час попереднього тестування користувача на початку сеансу навчання;

20 - блок засобу формування сигналу попереднього ступеня засвоєння користувачами визначеної викладачем сукупності елементів навчального матеріалу (розшифрування щодо ППР - сигналу результатів порівняння достатньої (граничної) кількості засвоєних завдань тестового матеріалу за кожним питанням поточної теми та сигналу кількості правильних відповідей за кожним питанням попереднього тестового контролю, що визначені для розгляду у поточному сеансі навчання);

21 - блок засобу отримання сигналів терміналом викладача;

22 - блок засобу формування сигналу коригування складу та структури сигналу визначеної викладачем сукупності елементів навчального матеріалу другої форми (розшифрування щодо ППР - сигналу коригування складу та структури гіперпосилань слайд-конспекту лекцій, що визначений для розгляду у поточному сеансі навчання);

23 - блок засобу розпізнавання дій користувача під час повторного подання сукупності елементів навчального матеріалу третьої форми (розшифрування щодо ППР - сигналу бінарної контрольної матриці-стовпця результатів відповідей користувача на завдання тестового матеріалу, що визначений для розгляду у поточному сеансі навчання);

24 - блок засобу зберігання розпізнаних дій користувача після повторного подання сукупності елементів навчального матеріалу третьої форми;

25 - блок засобу оцінки та передання на термінали викладача та користувача сигналу контроль-ного ступеня засвоєння користувачем визначеної викладачем сукупності елементів навчального

матеріалу (розшифрування щодо ППР - сигналу оцінки у шкалі оцінок, що застосовується);

26 - блок засобу демонстрації терміналу викладача;

27 - блок засобу формування сигналу рівня зрозумілості користувачами та доступності подання із випередженням та безпосередньо під час сеансу навчання сукупності визначеної викладачем елементів навчального матеріалу (розшифрування щодо ППР - сигналів списку "проблематичних" з точки зору зрозумілості та доступності подання сукупності структурних елементів поточного сеансу навчання);

28 - блок засобу формування сигналу рекомендацій до коригування сукупності елементів навчального матеріалу усіх трьох форм навчального матеріалу, що готується до використання у наступному сеансі навчання (розшифрування щодо ППР - сигналів додавання у сигнали тестового матеріалу та склад/структуру слайдів, що будуть використовуватися на наступному сеансі навчання, "проблематичних" з точки зору зрозумілості та доступності подання питань);

29 - блок засобу зберігання сигналів критичних показників якості тестового матеріалу {розшифрування щодо ППР - сигналів критичних показників надійності та валідності тестового матеріалу};

30 - блок засобу оцінки якості тестового матеріалу, що використовувався під час сеансу навчання (розшифрування щодо ППР - оцінки на основі показників кореляційної матриці за сигналом бінарної контрольної матриці результатів тестування);

31 - блок засобу отримання/передання сигналів сервером;

32 - блок комп'ютерної мережі;

33 - блок засобу формування списку елементів навчального матеріалу, що незасвоєні користувачем (розшифрування щодо ППР - списку незасвоєних питань навчального матеріалу, що визначений для розгляду у поточному сеансі навчання).

34 - блок засобу оцінки та передання на термінал викладача загальної оцінки ступеня засвоєння визначеної викладачем сукупності елементів навчального матеріалу (розшифрування щодо ППР - сигналу результатів порівняння достатньої (граничної) кількості засвоєних завдань тестового матеріалу за кожним питанням поточної теми та сигналу кількості правильних відповідей за кожним завданням контрольного тестового матеріалу, що визначений для розгляду у поточному сеансі навчання);

34 - блок засобу задавання сигналів достатнього (граничного) рівня розуміння та доступності подання навчального матеріалу.

Блоки 1-34 з'єднані згідно з фігурою 2 та реалізовані по типу IBM-стандарту з використанням стандартних процесорів, постійних пристроїв, що запам'ятовують, а також пристроїв вводу та виводу інформації таких як монітор, принтер, сканер і т. д.

Запропонована система навчання для групи із R користувачів з використанням комп'ютерного тестування реалізується наступним чином:

1. На сервері (блок 1) навчальної системи формується та зберігається навчальний матеріал (блок 2) у трьох форматах:

- перша у вигляді скороченого текстового конспекту лекцій для самостійного попереднього опанування перед сеансом навчання (блок 3), що містить основні поняття, визначення, закономірності, практичні приклади та алгоритми ситуаційного використання знань та забезпечена ієрархічною системою гіперпосилань;

- друга у вигляді слайд-конспекту лекційного навчального матеріалу для демонстрації та обговорення безпосередньо під час сеансу навчання (блок 4), що також забезпечений ієрархічною системою гіперпосилань;

- третя у вигляді тестового матеріалу для оцінки ступеня опанування навчального матеріалу під час сеансу навчання (блок 4).

Кожен з означених форм навчального матеріалу структурований згідно з декомпозиційною ієрархічною структурою $DECOMP_{ij}$ згідно з визначеними викладачем N питаннями кожної із T навчальних тем (де j - індекс навчальної теми, i - індекс питання навчальної теми).

2. Наприкінці кожного попереднього сеансу навчання (навчального заняття) викладач визначає (блок 8) та передає (блок 21) на сервер (блок 1) через комп'ютерну мережу (блок 32) значення сигналу списку номерів ієрархічної декомпозиції тем, питань та підпитань навчального матеріалу $STR=\{ijz, \dots, iDM_{ij}\}$, що планується розглянути у наступному сеансі навчання (навчальному занятті) (де D - кількість відібраних навчальних тем, z - індекс підпитання, M_{ij} - кількість підпитань у кожному i-му питанні j-ї навчальної теми).

3. Наприкінці кожного попереднього навчального заняття також кожен із R користувачів з серверу (блок 1) за допомогою блоку передавання (блок 31) через комп'ютерну мережу (блок 32) одержує (блок 16) на термінали користувача (блок 6, блок 7) сигнали скороченого конспекту лекційного навчального матеріалу за визначеною сукупністю STR елементів навчального матеріалу $M_1=\{M_{1_{ijz}}, \dots, M_{1_{iDM_{ij}}}\}$, що планується розглянути на наступному навчальному занятті (M_1 - конспект лекції по питанню PP_{ij}).

4. Кожен індивідуальний термінал користувача (блок 7) дозволяє скопіювати захищений від коригування сигнал скороченого лекційного навчального матеріалу $M_1=\{M_{1_{ijz}}, \dots, M_{1_{iDM_{ij}}}\}$ за визначеною сукупністю елементів навчального матеріалу на індивідуальний засіб користувача для додаткового зберігання (блок 10). До початку наступного навчального заняття кожен користувач повинен ознайомитися із отриманим скороченим текстовим конспектом лекцій M_1 .

5. Тестовий матеріал (блок 5), також структурований згідно з $DECOMP_{ij}$ за N питаннями кожної j-ї навчальної теми. Кожному i-му питанню j-ї навчальної теми PP_{ij} згідно з структурою ставиться відповідність $M_{3_{ij}}=\{M_{3_{ijz}}, \dots, M_{3_{iDM_{ij}}}\}$, причому кількість питань 1-го та 2-го рівня складності у кожній темі рівна: $M_{3_{1_{ijz}}} = M_{3_{2_{ijz}}}$ (де M_{ij} - кількість тестових завдань, що відповідають кількості підпитань по i-му питанню j-ї навчальної теми, $M_{3_{ijz}}$ - z

е тестове завдання по і-му питанню j-ї навчальної теми, M_{3_1i} - тестові завдання 1-го рівня складності по і-му питанню j-ї навчальної теми).

Приклад структурної організації DECOMP_{ij} взаємозв'язків лекційного та тестового матеріалу для першої теми навчального матеріалу M_1 наведено на фіг. 3.

6. На початку поточного сеансу навчання з серверу (блок 1) за допомогою блоку передавання (блок 31) через комп'ютерну мережу (блок 32) на терміналі користувача (блок 7) одержується у випадковому порядку генерований на основі M_3 за допомогою блоку 13 та демонструється (блок 17) сформована за сигналом з терміналу викладача STR сукупність елементів тестового матеріалу GM_{3P} для попереднього тестування. Сеанс попереднього тестування не повинен перевищувати 5-6 % від загальної тривалості навчального заняття (не більш 5 хвилин стандартного часу академічного навчального заняття).

7. На початку навчального заняття викладачем на індивідуальному терміналі визначається (блок 11) та передається (блок 21) на сервер через комп'ютерну мережу (блок 32) за допомогою блоку (блок 31) та зберігається (блок 12) значення сигналів достатньої (граничної) кількості D_{Rij} засвоєних завдань тестового матеріалу за кожним питанням теми PP_{ij} у форматі сигналу ключової кількості засвоєних завдань тестового матеріалу M_3 .

8. Засіб розпізнавання дій користувача (блок 18) за результатами відповідей користувачів фор-

мує на терміналах користувачів персональні звіти про результати попереднього тестування користувача на початку сеансу навчання р-м користувачем у форматі сигналу попередньої матриці-стовпця результатів відповідей користувача на завдання тестового матеріалу $ZVIT_P(PIN_p)$, де р - індекс користувача, PIN_p - персональна інформація р-го, що передається (блок 16) на сервер у блок отримання персональної ідентифікаційної інформації (блок 15) через комп'ютерну мережу (блок 32) з блоку ідентифікації (блок 14) терміналу р-го користувача перед надаванням навчального матеріалу.

9. За результатами одержаних персональних звітів $ZVIT_P=\{ZVIT_P_1(1), \dots, ZVIT_P_r(R)\}$ (де R - кількість користувачів, що присутні на навчальному занятті), що передаються (блок 16) на сервер у блок зберігання розпізнаних дій користувачів під час попереднього подання тестового матеріалу (блок 19) через комп'ютерну мережу (блок 32) формується та зберігається груповий звіт про результати попереднього тестування користувача на початку сеансу навчання групою R користувачів у форматі попередньої матриці результатів відповідей $ZVIT_PG$.

Приклад попередньої матриці результатів групи з R= 10 осіб для тестового матеріалу по першій навчальній темі, що містить N = 4 навчальних питання $M_{3_1}=[M_{3_{11}}, M_{3_{12}}, M_{3_{13}}, M_{3_{14}}]$ по NT = A тестових завдань у кожному ($M=NT*N$) приведений у таблиці 1.

Таблиця 1

	1 питання				2 питання				3 питання				4 питання			
Ступінь складності	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Завдання/Студенти	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
EK-08-001	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
EK-08-002	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1
EK-08-003	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0
EK-08-004	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
EK-08-005	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1
EK-08-006	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
EK-08-007	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1
EK-08-008	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0
EK-08-009	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1
EK-08-010	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
RR_s	10	8	6	5	8	3	5	4	5	3	2	1	4	5	6	6
W_s	0	2	4	5	2	7	5	6	5	7	8	9	6	5	4	4
$P_s(\%)$	100	80	60	50	80	30	50	40	50	30	20	10	40	50	60	60

де W_s та RR_s - показники складності та легкості s-го тестового завдання;

P_s - процент правильних відповідей на s-е тестове завдання;

A_{ks} - результат відповіді k-то користувача на s-е тестове завдання (може приймати значення $A_{ks} = \{0,1\}$).

10. На базі групового звіту про результати попереднього тестування користувача на початку сеансу навчання $ZVIT_PG$ на сервері у блоці 20

формується сигнал оцінки ступеня засвоєння R користувачами попередньо одержаного за визначеною сукупністю елементів навчального матеріалу $P_OSV=\{P_OSV_{ijz}, \dots, P_OSV_{iDMij}\}$. У форматі масиву сигналів, що містять інформацію про ступень засвоєння кожного окремого тестового завдання $M_3 = \{M_{3_{ijz}}, \dots, M_{3_{iDMij}}\}$, який відповідає структурним елементам навчального матеріалу $M_1 = \{M_{1_{ijz}}, \dots, M_{1_{iDMij}}\}$.

Кожний Інформаційний сигнал S_{OP_s} формується на базі зіставленні сигналу ключової кількості засвоєних завдань тестового матеріалу за кожним структурним елементом навчального матеріалу $D_R = \{D_{R_1}, D_{R_2}, D_{R_3}\}$ та сигналу, що базується на попередньої матриці результатів відповідей $ZVIT_{PG}$ - сигналу кількості (показника легкості) правильних відповідей $P_{RR} = \{P_{RR_{ijz}}, \dots, P_{RR_{IDMij}}\}$, що надані групою із R користувачів, на NT завдань попереднього тестового контролю, де D_{R_1} - сигнал достатнього рівня самостійного засвоєння користувачами визначеної сукупності елементів навчального матеріалу,

D_{R_2} - сигнал задовільного рівня ступеня самостійного засвоєння користувачами визначеної сукупності елементів навчального матеріалу, D_{R_3} - сигнал незадовільного рівня ступеня самостійного засвоєння користувачами визначеної сукупності елементів навчального матеріалу.

Приклади визначення сигнал оцінки ступеню засвоєння R користувачами попередньо одержаного навчального матеріалу з N навчальних питань за j -ю навчальною темою P_{OSV} згідно з інформацією попередньої матриці результатів P_{OSV} (Таблиця 1) наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

$D_R = \{>80\%, \text{ від } 50\% \text{ до } 80\%, <50\% \}$			
№ питання	№ тестового завдання	Значення сигналу кількості правильних відповідей P_R	Сигнал ступеню засвоєння P_{OSV}
1	1.	$P_{R_{111}} = 100\%$	$P_{OSV_{111}} = 1$ ✓
	2.	$P_{R_{112}} = 90\%$	$P_{OSV_{112}} = 1$ ✓
	3.	$P_{R_{113}} = 80\%$	$P_{OSV_{113}} = 2$?
	4.	$P_{R_{114}} = 90\%$	$P_{OSV_{114}} = 1$ ✓
2	5.	$P_{R_{211}} = 80\%$	$P_{OSV_{211}} = 2$?
	6.	$P_{R_{212}} = 60\%$	$P_{OSV_{212}} = 2$?
	7.	$P_{R_{213}} = 80\%$	$P_{OSV_{213}} = 2$?
	8.	$P_{R_{214}} = 70\%$	$P_{OSV_{214}} = 2$?
3	9.	$P_{R_{311}} = 70\%$	$P_{OSV_{311}} = 2$?
	10.	$P_{R_{312}} = 30\%$	$P_{OSV_{312}} = 3$ ✗
	11.	$P_{R_{313}} = 20\%$	$P_{OSV_{313}} = 3$ ✗
	12.	$P_{R_{314}} = 10\%$	$P_{OSV_{314}} = 3$ ✗
4	13.	$P_{R_{411}} = 40\%$	$P_{OSV_{411}} = 3$ ✗
	14.	$P_{R_{412}} = 50\%$	$P_{OSV_{412}} = 3$ ✗
	15.	$P_{R_{413}} = 60\%$	$P_{OSV_{413}} = 2$?
	16.	$P_{R_{414}} = 50\%$	$P_{OSV_{414}} = 2$ ✗

З наведеного прикладу видно, що сигнал P_{OSV} оцінки ступеня засвоєння R користувачами попередньо одержаного навчального матеріалу може приймати три значення - одиницю (1), що означає достатній рівень ($P_{R_{ijz}} > 80\%$) ступеня самостійного засвоєння користувачами визначеної

сукупності елементів навчального матеріалу, що навчаються; двійку (2), що означає задовільний рівень ($50\% \leq P_{R_{ijz}} < 80\%$) ступеня самостійного засвоєння користувачами визначеної сукупності елементів навчального матеріалу, що навчаються; трійку (3) у випадку одержання незадовільного

рівня ($P_{R_{ijz}} < 50\%$) ступеню самостійного засвоєння користувачами визначеної сукупності елементів навчального матеріалу.


11. Згідно із обумовленим значенням сигналу результатів оцінки ступеня засвоєння користувачами попередньо одержаного навчального матеріалу P_{OSV} на сервері формується у блоці 22 формується та подається сигнал коригування KOR складу та структури сигналу визначеної викладачем сукупності елементів навчального матеріалу другої форми M_2 , що передається на термінали викладача та користувача для безпосереднього опанування під час сеансу навчання та, за рішенням викладача, супроводжуватися його усними поясненнями та обов'язковим зворотнім зв'язком із користувачем у вигляді усних дискусій або демонстрації необов'язкових структурних елементів слайд-конспекту.

12. Скоригований набір слайдів $M_2 = \{M_{2i}, \dots, M_{2n}\}$ (блок 4) передається (блок 31) із серверу через комп'ютерну мережу (блок 32), отримується (блоку 21, блок 16) та демонструється (блок 26, блок 17) на терміналах викладача (блок 6) та користувача (блок 7) під час сеансу навчання. При чому, цей набір слайдів може бути як:



[✓] загальний склад та структуру для усіх користувачів, якщо навчальне заняття передбачає групу пояснення та обговорення питань;

[✓] індивідуальний склад та структуру із урахуванням персональних звітів в $ZVIT_P(PIN_p)$ про результати попереднього тестування р-м користувача на початку сеансу навчання, якщо навчальне заняття передбачає самостійне розглядання недостатньо опанованих навчальних питань.

Приклад скоригованої структури слайдів згідно з даними сигналу оцінки ступеня засвоєння R користувачами попередньо одержаного навчального матеріалу (Таблиця 2) приведено на фіг. 4.

Згідно з наданим прикладом первісна структура розглядання першого питання поточної теми "Критерій максимального жалю (критерій Севіджа)" передбачає опанування чотирьох структурних елементів, що містяться на де-композиційних слайдах $M_{211} = \{\text{"Поняття"}, \text{"Визначення"}, \text{"Алгоритми"}, \text{"Приклади"}\}$. Але за результатами попереднього тестування визначена ступень засвоєння даних структурних елементів $P_{OSV_{11}} = \{1, 1, 2, 1\}$, що фактично означає достатній рівень ($P_{R_{ijz}} > 80\%$) ступеня розуміння у процесі самостійного опанування особами, що навчаються, понять, визначень та прикладів практичного застосування зазначеного методу прийняття рішень в умовах невизначеності та ризику та, у разі згоди викладача, може докладно на лекції не розглядатися (гіперпосилання на зазначені питання визначені символом ). Але питання формалізації загального алгоритму прийняття рішень на основі даного критерію засвоєний користувачами задовільно ($50\% \leq P_{R_{ijz}} < 80\%$) та потребує додатково-

го роз'яснення за допомогою лекційних слайдів першого рівня декомпозиції, виклик яких виконується за допомогою спеціальних гіперпосилань у лівій частині головного слайду поточного питання (гіперпосилання на зазначені питання визначені

символом ). У випадку одержання значення сигналу незадовільного ступеня засвоєння навчального матеріалу ($P_{R_{ijz}} < 50\%$) зазначені питання будуть вимагати особливої уваги при роз'ясненні їх особам, що навчаються, та використання слайдів першого, другого та, за рішенням викладача, наступних рівнів декомпозиції (гіперпосилання на такі питання будуть визначені символом ).

13. Для визначення рівня ефективності організації проведеного навчального заняття, а також ступенів доступності подання та засвоєння лекційного навчального матеріалу наприкінці навчального заняття (тобто після докладного роз'яснення викладачем та обговорення із студентами найбільш складних, виявлених із урахуванням середньогрупового рівня знань та здібностей поточної групи, питань навчальної теми) користувачі вдруге отримують з серверу (блок 1) за допомогою блока передавання (блок 31) через комп'ютерну мережу (блок 32) у випадковому порядку за допомогою блока 13 сигнал сформованої за сигналом з терміналу викладача сукупності елементів навчального матеріалу третьої форми GM_{3K} . Сеанс контрольного тестування також не повинен перевищувати 5-6 % від загальної тривалості навчального заняття (не більш 5 хвилин стандартного часу академічного заняття).

14. Засіб розпізнавання дій користувача (блок 23) за результатами відповідей користувачів під час повторного подання сукупності елементів навчального матеріалу третьої форми GM_{3K} формує персональні звіти про рівень засвоєння розглянутого та додаткового роз'ясненого навчального матеріалу р-м користувачем у форматі сигналу контрольної матриці-стовпця результатів контрольних відповідей користувачів на завдання тестового матеріалу $ZVIT_K(PIN)$.

15. Результати персонального звіту $ZVIT_K(PIN)$ передаються (блок 16) на сервер через комп'ютерну мережу (блок 40) у блок зберігання розпізнаних дій користувачів під час контрольного подання тестового матеріалу (блок 24) формується та зберігається груповий звіт результати контрольного тестування користувачів наприкінці навчального заняття у форматі контрольної матриці результатів відповідей користувачів $ZVIT_KG$.

Приклад результатів повторного тестування у вигляді контрольної матриці результатів групи з $R = 10$ осіб (для тестового матеріалу по першій навчальній темі) наведений у таблиці 3.

Таблиця 3

Ступінь складності	1 питання				2 питання				3 питання				4 питання			
	1		2		1		2		1		2		1		2	
Завдання/ Студенти	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
EK-08-001	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0		1	0	0
EK-08-002	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1		0	1	1
EK-08-003	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	0
EK-08-004	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1		1	1	1
EK-08-005	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1		1	1	0
EK-08-006	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0
EK-08-007	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1
EK-08-008	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1
EK-08-009	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
EK-08-010	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0
RR _s	10	9	10	10	10	9	9	9	10	8	6	6	9	8	7	5
W _s	0	1	0	0	0	1	1	1	0	2	4	4	1	2	3	5
P _s (%)	100	90	100	100	100	90	90	90	100	80	60	60	90	80	70	50

16. На основі сигналу контрольної матриці результатів відповідей ZVIT_KG у блоці 25 формується сигнал контрольного ступеню засвоєння користувачем визначеної викладачем сукупності елементів навчального матеріалу $OR = \{OR(PIN), \dots, OR(PIN)\}$, який з сервера (блок 1) передається через комп'ютерну мережу (блок 32) за допомогою блоку передавання (блок 31), одержується (блок 16, блок 21) та демонструється (блок 17, блок 26) на індивідуальних терміналах користувача (блок 7) та терміналі викладача (блок 6) у форматі оцінки за 5-бальною, 12-бальною або 100-бальною шкалою, а також відносного поточного та накопиченого рейтингу користувачів, а також додаткової інформації про середній бал за групою, середній бал за кожним питанням поточної теми, динаміку середнього та індивідуального балів за попередніми навчальними темами.

17. На основі сигналу контрольного ступеня засвоєння користувачем визначеної викладачем сукупності елементів навчального матеріалу OR та контрольної матриці результатів відповідей користувачів ZVIT_KG на сервері (блок 1) формується (блок 33), передається через комп'ютерну мережу (блок 32) за допомогою блоку передавання (блок 31), одержується (блок 16, блок 21) та демонструється (блок 17, блок 26) на терміналах користувача (блок 7) та терміналі викладача (блок 6) сигнал списку $N_M = \{N_M(PIN), \dots, N_M(PIN)\}$ елементів навчального матеріалу, що незасвоєні користувачем

у форматі списку питань, за якими сигнал A_{ps} для р-го користувача приймає значення 0.

18. Також на основі сигналу контрольної матриці результатів відповідей користувачів ZVIT_KG на сервері у блоці 34 формується сигнал загальної оцінки ступеню засвоєння R користувачами навчального матеріалу $S_{OK} = (S_{OK_{ijz}}, \dots, S_{OK_{iDMij}})$ у форматі масиву сигналів, що містять інформацію про ступінь засвоєння кожного окремого тестового завдання $M_3 = \{M_{3_{ijz}}, \dots, M_{3_{iDMij}}\}$, який відповідає структурним елементам навчального матеріалу $M_1 = \{M_{1_{ijz}}, \dots, M_{1_{iDMij}}\}$ та $M_2 = \{M_{2_{ijz}}, \dots, M_{2_{iDMij}}\}$.

Кожний інформаційний сигнал S_{OK} формується на базі зіставлення сигналу ключової кількості засвоєних завдань тестового матеріалу за кожним питанням визначеної сукупності елементів навчального матеріалу $D_R = \{D_R_1, D_R_2, D_R_3\}$ та сигналу, що базується на контрольній матриці результатів відповідей ZVIT_KG - сигналу кількості (показника легкості) правильних відповідей, що надані групою із R користувачів, на NT завдань за кожним питанням контрольного тестового контролю визначеної сукупності елементів навчального матеріалу $K_{RR} = \{K_{RR_{ijz}}, \dots, K_{RR_{iDMij}}\}$.

Приклади визначення сигнал оцінки ступеню засвоєння R користувачами попередньо одержаного навчального матеріалу з N навчальних питань за j-ю навчальною темою S_{OK} згідно з даними контрольної матриці результатів відповідей ZVIT_KG (Таблиця 3) приведені в таблиці 4

Таблиця 4

$D_R = \{>80\%, \text{от } 50\% \text{ до } 80\%, <50\% \}$			
№ питання	№ завдання	Значення сигналу кількості правильних відповідей	Сигнал ступеню засвоєння S_{OK}
		D_R	
1	1.	$D_{R_{111}} = 100\%$	$S_{OK_{111}} = 1$ ✓
	2.	$D_{R_{112}} = 90\%$	$S_{OK_{112}} = 1$ ✓
	3.	$D_{R_{113}} = 100\%$	$S_{OK_{113}} = 2$ ✓
	4.	$D_{R_{114}} = 100\%$	$S_{OK_{114}} = 1$ ✓
2	5.	$D_{R_{211}} = 100\%$	$S_{OK_{211}} = 2$ ✓
	6.	$D_{R_{212}} = 90\%$	$S_{OK_{212}} = 2$ ✓
	7.	$D_{R_{213}} = 90\%$	$S_{OK_{213}} = 2$ ✓
	8.	$D_{R_{214}} = 90\%$	$S_{OKP_{214}} = 2$ ✓
3	9.	$D_{R_{311}} = 100\%$	$S_{OKP_{311}} = 2$ ✓
	10.	$D_{R_{312}} = 80\%$	$S_{OK_{312}} = 3$!
	11.	$D_{R_{313}} = 60\%$	$S_{OK_{313}} = 3$!
	12.	$D_{R_{314}} = 60\%$	$S_{OK_{314}} = 3$!
4	13.	$D_{R_{411}} = 90\%$	$S_{OK_{411}} = 3$ ✓
	14.	$D_{R_{412}} = 80\%$	$S_{OK_{412}} = 3$!
	15.	$D_{R_{413}} = 70\%$	$S_{OK_{413}} = 2$!
	16.	$D_{R_{414}} = 50\%$	$S_{OK_{414}} = 2$ ✗

19. Накопичена інформаційна база серверу надає можливість додатково отримати сигнали аналітичних оцінок $AN_{P_{ijz}}$, $= \{KOL_STP_{ijz}, KOL_STN_{ijz}, KOL_VOZ_{ijz}, KOL_UB_{ijz}\}$ формування сигналу рівня зрозумілості користувачами та доступності подання із випередженням та безпосередньо під час сеансу навчання сукупності визначеної викладачем елементів навчального матеріалу (блок 27), що базується на зіставленні та аналізі сигналів попередньої ZVIT_PG та контрольної ZVIT_KG матриці результатів тестування користувачів, а також сигналів, що містять інформацію про попередній P_OSV та контрольний S_OK ступінь засвоєння користувачами визначеної викладачем сукупності елементів навчального матеріалу для поточного сеансу навчання,

де z - індекс структурного елемента навчальної теми, що виділене за результатами $S_{OK}=3$ та/або $S_{OK}=2$;

KOL_STP_{ijz} - показник стабільно засвоєних знань по z -му структурному елементу i -то питання j -ї навчальної теми;

KOL_STN_{ijz} - показник стабільно незасвоєних знань по z -му структурному елементу i -го питання j -ї навчальної теми;

KOL_VOZ_{ijz} - показник засвоєння знань по z -му структурному елементу i -го питання j -ї навчальної теми;

KOL_UB_{ijz} - показник нестабільних (вгаданих) знань по z -му структурному елементу i -го питання j -ї навчальної теми.

Тобто, як приклад визначення сигналу аналітичних оцінок $AN_{P_{ijz}}$ рівня зрозумілості та доступності подання лекційного навчального матеріалу наведено таблиця 5, у якій

по-перше: за результатами таблиць 1-4 означено та виділено "проблемні" питання з точки зору ступеня засвоєння $S_{OK}=3$ або $S_{OK}=2$ (таблиця 5);

по-друге: визначені значення показників аналітичних оцінок рівня розуміння та доступності подання лекційного навчального матеріалу $AN_{P_{ijz}}$.

За результатами визначення сигналів аналітичних оцінок $AN_{P_{ijz}} = \{KOL_STP_{ijz}, KOL_STN_{ijz}, KOL_VOZ_{ijz}, KOL_UB_{ijz}\}$ та зіставлення їх із терміналу викладача із блока 35 значеннями сигналів достатнього (граничного) рівня розуміння та доступності подання навчального матеріалу за зазначеними структурними елементами $GZ = \{GZ_{1z}, GZ_{2z}, GZ_{3z}\}$ у блоці 27 також формується та передається через комп'ютерну мережу (блок 32) за допомогою блока передавання (блок 31), одержується (блок 21) та демонструється (блок 26) на терміналі викладача (блок 6) сигнал DOST списку "проблематичних" з точки зору зрозумілості та доступності подання структурних елементів лекційного заняття - тобто структурних елементів, що потрапили у зони GZ_{2b} та/або GZ_{3b} (у таблиці 6 наведено приклади граничні значення $AN_{P_{ijz}}$).

Таблиця 5

Студенти	Завдання 10			Завдання 11			Завдання 12			Завдання 14			Завдання 15			Завдання 16		
	P_M	K_M	AN_P	P_M	K_M	AN_P	P_M	K_M	AN_P	P_M	K_M	AN_P	P_M	K_M	AN_P	P_M	K_M	AN_P
EK-08-001	0	0	△	0	1	↑	0	0	△	1	0	↓	0	0	△	0	1	↑
EK-08-002	0	1	↑	0	0	△	0	1	↑	0	1	↑	1	1	✓	1	0	↓
EK-08-003	1	1	✓	1	1	✓	0	1	↑	1	1	✓	1	1	✓	0	0	△
EK-08-004	0	1	↑	0	1	↑	0	0	△	1	0	↓	0	1	↑	1	1	✓
EK-08-005	0	1	↑	0	0	△	0	1	↑	0	1	↑	1	1	✓	1	0	↓
EK-08-006	0	1	↑	1	1	✓	0	0	△	0	1	↑	0	0	△	0	1	↑
EK-08-007	0	1	↑	0	0	△	1	1	✓	1	1	✓	0	0	△	0	0	△
EK-08-008	0	0	△	0	0	△	0	0	△	0	1	↑	1	1	✓	0	1	↑
EK-08-009	1	1	✓	0	1	↑	0	1	↑	1	1	✓	1	1	✓	1	1	✓
EK-08-010	1	1	✓	0	1	↑	0	1	↑	0	1	↑	1	1	✓	1	0	↓
KOL_STP	✓		30%	✓		20%	✓		10%	✓		30%	✓		60%	✓		20%
KOL_STN	△		20%	△		40%	△		40%	△		0%	△		30%	△		20%
KOL_VOZ	↑		50%	↑		40%	↑		50%	↑		50%	↑		10%	↑		30%
KOL_UB	↓		0%	↓		0%	↓		0%	↓		20%	↓		0%	↓		30%

Таблиця 6

	KOL_STP _{biz}	KOL_STN _{biz}	KOL_VOZ _{biz}	KOL_UB _{biz}
GZ _{1b}	-	KOL_STN _{biz} ≤ 10 %	KOL_VOZ _{biz} ≥ 50 %	KOL_UB _{biz} < 10 %
GZ _{2b}	-	10 % < KOL_STN _{biz} ≤ 50 %	30 % < KOL_VOZ _{biz} < 50 %	10 % ≤ KOL_UB _{biz} ≤ 40 %
GZ _{3b}	-	KOL_STN _{biz} > 50 %	KOL_VOZ _{biz} ≤ 30 %	KOL_UB _{biz} > 40 %

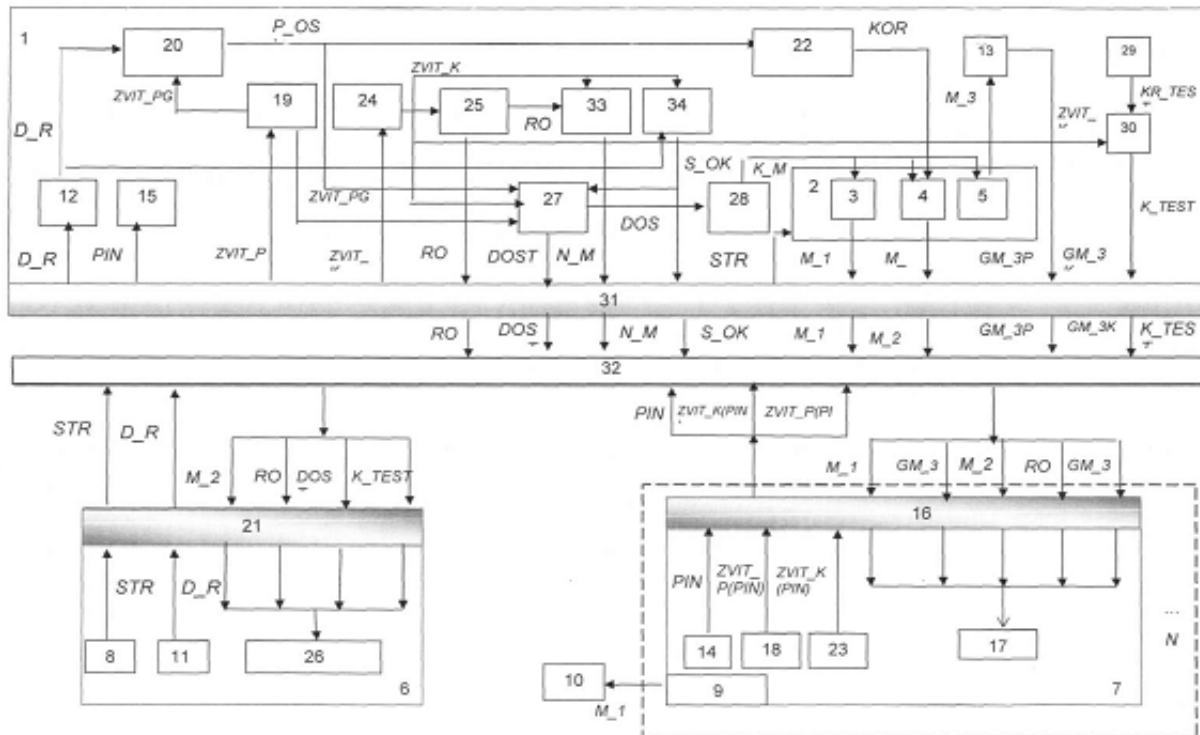
20. Також у блоці 28 формується та передається на блоки 3, 4 та 5 сигнал коригування K_M сукупності елементів навчального матеріалу усіх трьох форм навчального матеріалу, що готується до подавання на наступному навчальному занятті, шляхом додавання у сигнали тестового матеріалу M_3 та склад/структуру слайдів M_2 , що будуть використовуватися на наступному семінарі навчання, "проблематичних" з точки зору зрозумілості та доступності подання питань $PR_{P_{ij}}$.

21. У блоці 30 сервера на базі інформації про сигнали критичних показників надійності K_N та валідності K_V тестового матеріалу (блок 29) формується сигнал оцінки якості тестового матеріалу, що використовувався під час семінару навчання, що формалізований, згідно класичній теорії тестування, у форматі кореляційної матриці за сигналом контрольної матриці результатів KR_TEST , що базується на сигналі контрольної матриці результатів відповідей $ZVIT_KG$ та порівняння одержаних

результатів сигналів показників надійності K_NO та валідності K_VO тестового матеріалу, що використовувався під час семінару навчання та критичних показників K_N та K_V .

22. Сигнал показника якості K_TEST тестового матеріалу за j -ю навчальною темою, а також список "неякісних" питань $PRTP$ тестового матеріалу, що не задовольняє сигналам критичних показників надійності та валідності, передається через комп'ютерну мережу (блок 32) за допомогою блока передавання (блок 31), одержується (блок 21) та демонструється (блок 26) на терміналі викладача (блок 6). Ці питання рекомендовані викладачу для додаткового уважного переглядання та, у разі необхідності, переробки або виключення з тестового матеріалу.

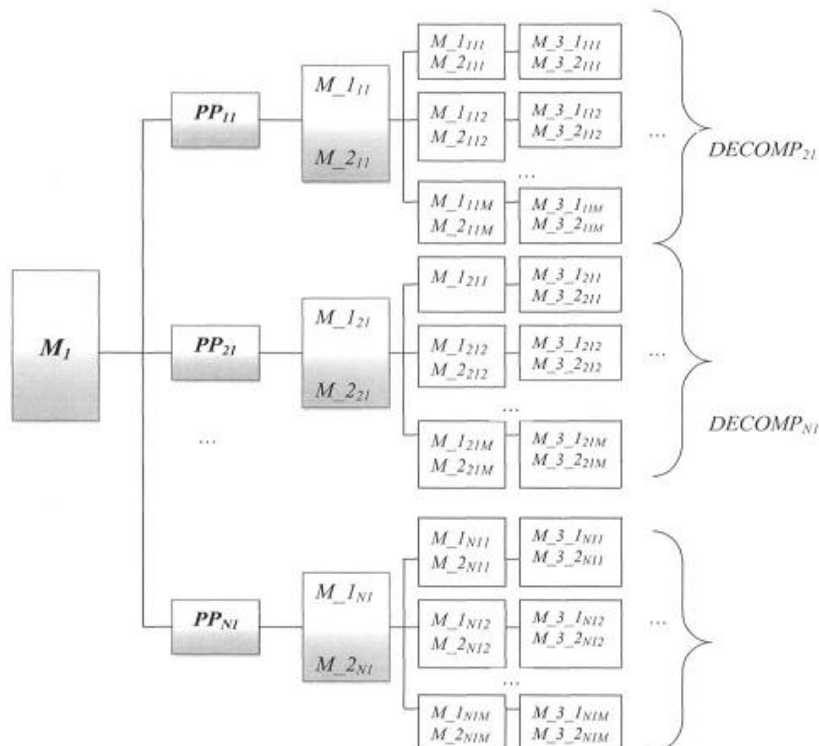
Таким чином, система навчання із застосуванням комп'ютерного тестування, що запропоновано, поетапно та комплексно дозволяє:



Фіг. 2 Функціональна схема прикладу практичної реалізації запропонованої системи навчання для групи із N користувачів з використанням комп'ютерного тестування

$DECOMP_{11}$

1-й рівень декомпозиції



Фіг. 3 Структурна декомпозиційна організація взаємозв'язків навчального матеріалу

Тема Прийняття рішень в умовах невизначеності та ризику

Питання Критерій максимального жалю (критерій Севиджа)

Використовується, якщо ОПР припускає, що зовнішнє середовище поводить себе не найгіршим для виробничої системи чином.

Даний критерій визначає позицію відносного песимізму ОПР.

Для розрахунку цільової функції по кожній альтернативі X_j ($j=1, m$) оцінюються втрати відносно найкращого результату, $S_j = (\max V_{ij}) - V_{ij} \geq 0$ тобто розраховується матриця жалю:

$$\|S_j\|_{m,n}$$

Оцінкою альтернатив X_j є гарантовані втрати, тобто втрати у самому гіршому випадку $\max S_j$. Вибирається альтернатива X^* , яка забезпечує найменше значення гарантованих втрат:

$$\varphi(X^*) = \min \max \{(\max V_{ij}) - V_{ij}\}$$

Поняття ✓

Визначення ✓

Алгоритми ?

Приклади ✓

Фіг. 4 Приклад структури слайду, скоригованої згідно з даними сигналу оцінки ступеню засвоєння R користувачами попередньо одержаного навчального матеріалу