

## ОЦІНКА АЛГОРИТМІВ ДІЯЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ-ОПЕРАТОРА В МОДУЛЬНИХ СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОННОЇ НАВЧАННЯ

**Анотація.** У статті описується нова модель людино-комп'ютерного взаємодії в системі студент-комп'ютер. В якості базового математичного апарату обраний метод професора Губинського. Даний підхід дозволяє описувати й оцінювати діяльність оператора. Реальна діяльність в сучасних системах електронного навчання має складні алгоритми. Даний факт вимагає введення нових типових моделей для опису і оцінки людино-комп'ютерного взаємодії. У статті проведено змістовний аналіз діяльності студента в системі електронного навчання. Існують різні способи проводити діалог: застосовуючи різних процедур самоконтролю, застосовуючи підмодулі і різних процедур самоконтролю, застосовуючи підмодулі з різними рівнями складності і різні процедури самоконтролю. Виділена нову типову функціональну структуру. Запропоновано доповнити бібліотеку новою структурою для опису діяльності в системі електронного навчання. Для отримання кількісних значень ймовірно-часових показників якості виконання алгоритму діяльності отримана нові формули. Ці формули дозволяють розрахувати ймовірність безпомилкового відповіді на питання тестового контролю (шляхом застосування шкал оцінювання переводиться в оцінку) і математичне очікування часу навчання (для визначення ймовірності своєчасного завершення використовуємо допущення про нормальний закон розподілу часу). Формування вихідних даних для розрахунків є однією з основних проблем ергономічного моделювання. В даному дослідженні не може бути прийнято допущення «про середнього оператора». У разі достатньої кількості даних вирішується задача нейромережевої апроксимації (на вхід подаються параметри студента, модуля, технічних і програмних засобів, часових обмежень), інакше - реалізується технологія нечіткого логічного виводу. Результати комп'ютерного моделювання підтвердили працездатність виявленої моделі. Запропонована модель може бути застосовна в комплексі програм ергономічної підтримки.

**Ключові слова:** ергономіка, електронне навчання, математичне моделювання, алгоритми діяльності.

NATALIA BARCHENKO  
Sumy National Agrarian University

## EVALUATION OF ALGORITHMS HUMAN OPERATOR IN A MODULAR E-LEARNING SYSTEM

**Abstract.** The article describes a new model of human-computer interaction in the student-computer system. The method of Professor Gubinsky was chosen as the basic mathematical apparatus. This approach allows you to describe and evaluate the activities of the operator. Real activity in modern e-learning systems has complex algorithms. This fact requires the introduction of new model models for the description and evaluation of human-computer interaction. In the article, the content analysis of the student's activity in the system of electronic learning is conducted. There are various ways to conduct a dialogue: using different for self-control, using submodules and various self-control procedures, using sub-modules with different levels of complexity and different procedures of self-control. A new, typical functional structure is singled out. It is proposed to supplement the library with a new structure for describing the activities of the e-learning system. To obtain quantitative values of probabilistic-time indicators of the quality of performance of the algorithm of activity, new formulas have been obtained. These formulas allow us to calculate the probability of an error-free answer to the questions of test control (by applying scales to the assessment) and the mathematical expectation of the training time (to determine the probability of timely completion we use assumptions about the normal law of time distribution). Formation of output data for calculations is one of the main problems of ergonomic modeling. In this study, the assumption of "the average operator" can not be accepted. In the case of a sufficient amount of data, the problem of the neural network approximation is solved (the parameters of the student, module, technical and software tools, time constraints are submitted to the input), otherwise - technology of fuzzy logic output is implemented. The results of computer simulation confirmed the performance of the identified model. The proposed model may be applicable in a set of ergonomic support programs.

**Keywords:** ergonomics, e-learning, mathematical modeling, algorithms of activity.

**Вступ.** Діалог в сучасній системі "студент-комп'ютер" може мати складну багатовариантну структуру, що може визначати деякі труднощі при прогнозуванні результатів діяльності. Підхід з моделювання людино-машинного взаємодії за допомогою функціональних мереж вперше був запропонований проф. Губінським А.І. Функціонально-структурна теорія ергатичних систем (ФСТ ЕТС) дозволяє описувати й оцінювати діяльність оператора [1]. Підхід до прогнозування результату діяльності в діалогових системах було розглянуто [2]. В роботі [3] було запропоновано застосувати апарат функціональних мереж для моделювання навчальної діяльності студента в системі «студент-комп'ютер». Реальна діяльність має більш складні алгоритми і вимагає введення нових типових структур для опису і розробки нових моделей для оцінки діяльності. Завдання полягає у виконанні ревізії та оцінки можливості застосування існуючих моделей, і визначити необхідність розробки нових моделей. Необхідно провести змістовний аналіз діяльності студента в системі «студент-комп'ютер» і при необхідності виділити нові типові функціональні структури (ТФС) для опису цієї діяльності.

**Основні стратегії діалогової взаємодії в системі електронного навчання.** При модульному підході до навчання навчальний матеріал розбивається на окремі блоки - модулі. Модулі можуть бути інформаційними і контролюючими (самоконтроль і результуючий контроль). При проходженні інформаційного модуля засвоюється певний обсяг знань. При проходженні контрольного модуля

визначається рівень якості засвоєних знань. Залежно від обраної стратегії вивчення, можливо відмінність в структурі діяльності оператора при вивченні матеріалу (рис.1).

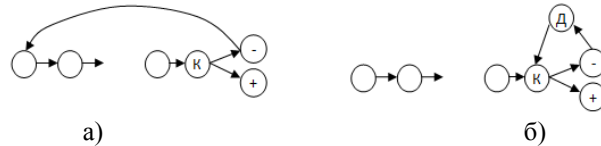


Рис.1 Основні стратегії в діалоговій системі "студент-комп'ютер"

Стратегія «а») відповідає послідовному вивченню модулів з подальшим підсумковим контролем. У разі незадовільного результату контролю відбувається повторне вивчення модулів. У стратегії «б») при незадовільному результаті контрольної процедури відбувається додаткове вивчення (немає необхідності знову проходити увесь матеріал) і повторний контроль. В термінах ФСТ ця процедура відповідає типовій функціональній одиниці (ТФО) – «робоча (доопрацювання)», вивчення модуля – ТФО «робоча», контроль навчання – ТФО «контроль функціонування».

Варіанти модулю досягаються за рахунок різних технологій навчання, реалізованих в модулі — наприклад, способами представлення матеріалу.

Існують різні способи проводити діалог:

- за рахунок різних процедур самоконтролю;
- за рахунок виділення підмодулів і різних процедур самоконтролю;
- за рахунок виділення підмодулів, їх рівнів складності і різних процедур самоконтролю.

Якщо для модуля реалізовані декілька процедур самоконтролю, то можлива реалізація діалогу з різними процедурами самоконтролю

Таким чином, проведений змістовний аналіз структур діалогової взаємодії в модульних системах навчання показав, що [4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15]:

– для опису діалогової взаємодії можуть бути застосовані типові функціональні елементи ФСТ ЕТС, які раніше використовувалися для опису діяльності операторів–технологів і операторів–маніпуляторів; при цьому можна описувати діалогову взаємодію на рівні модуля в цілому і на рівні окремих його підмодулів, в тому числі з урахуванням операцій самоконтролю і різних рівнів складності елементів модуля;

– для опису діалогових процедур в модульних системах можуть бути застосовані моделі опису типових функціональних структур ФСТ ЕТС, які раніше використовувалися для опису діяльності операторів–технологів і операторів–маніпуляторів;

– для оцінювання надійнісно–часових характеристик типових функціональних структур діалогової взаємодії «людина–комп'ютер» в модульних системах електронного навчання можуть бути застосовані моделі, отримані для надійнісно–часових показників ТФС функціонально–структурної теорії ЕТС, які раніше використовувалися для оцінки діяльності операторів–технологів і операторів–маніпуляторів, якщо змінити змістовне трактування показника, що характеризує безпомилковість таким чином: традиційний показник вірогідності безпомилкового виконання робочої операції трактувати як: «вірогідність вивчення матеріалу модуля (фрагменту модуля) з якістю, яка відповідає безпомилковим відповідям на усі питання підсумкового тестового контролю».

#### **Аналіз і формальний опис типових структур діалогової взаємодії в модульних системах з розвиненим механізмом самоконтролю і коригування результатів.**

Як правило, розглянуті вище моделі характерні для традиційних моделей систем навчання. Істотний прогрес діалогових систем навчання, у тому числі розширення можливостей самодіагностики, зміни траєкторії навчання, переривання навчання і перехід на інший рівень, привели до якісно нових взаємозв'язків між ФО в структурах діалогу.

Нове покоління систем «людина–комп'ютер» [5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15] характеризується якісно іншими логико–функціональними зв'язками між елементами діалогу. Такі зв'язки не можуть бути описані за допомогою існуючих типових структур.

Дослідження процесу взаємодії в системах «людина–комп'ютер» [11, 12, 13, 14, 15] у рамках реальних систем дозволив виділити нові типові взаємозв'язки між ФО і нові ТФС.

Поява нових ТФС пов'язана з додатковою можливістю вибору альтернативних шляхів діалогу залежно від результатів самодіагностики (рис.2). Введення альтернативної операції дозволяє моделювати ситуації аналізу допустимої кількості помилкових відповідей при пробному тестуванні. Вихід 1 альтернативної операції реалізується в разі кількості помилкових відповідей менше критичного значення, тобто відповідає випадку, коли будь-які дії по реалізації додаткових діалогових процедур не потрібні. Вихід 2 реалізується в разі, коли кількість помилкових відповідей більше деякого критичного значення, тобто потрібні додаткові дії. Така ТФС може мати місце, коли реалізована можливість співвіднесення неправильних відповідей зі структурними елементами модуля, але ресурс часу не дозволяє провести додатковий самоконтроль після реалізації «доопрацювання».

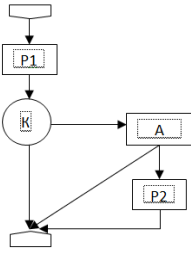


Рис. 2. Типові функціональні структури діяльності з елементами аналізу результатів самоконтролю «робоча з контролем, альтернативою і доопрацюванням»

**Розробка математичних моделей оцінювання надійнісно-часових характеристик для типових функціональних структур діяльності людини-оператора в модульних системах електронного навчання.**

В основу отримання набору формул для ТФС покладемо перехід від «графа робіт», відповідного ТФС, до «графа подій». Якщо скористатися цим прийомом, то виведення розрахункових моделей можна представити послідовністю наступних процедур [6, 10, 11, 12, 13, 14, 15]:

1. Побудова ймовірнісного графа. Ймовірнісний граф представлений на рис. 3.
2. Укрупнення ймовірнісного графа
3. Отримання аналітичних залежностей.

Вихідними даними для оцінки показників ефективності, якості і надійності є:

- $B_i^1$  ( $B_i^0$ ) – ймовірність вірного (невірного) відповіді на всі питання підсумкового тестування;
- $K^{11}$  ( $K^{10}$ ) – ймовірність того, що фактично вірну відповідь на питання тестування визнаний вірним (невірним);
- $K^{00}$  ( $K^{01}$ ) – ймовірність того, що фактично невірна відповідь на питання тестування визнаний невірним (вірним);
- $A_i$  – об'єктивна ймовірність вибору  $i$ -ї альтернативи;  $A_{ij}$  – ймовірність того, що при необхідності вибору  $i$ -ї альтернативи обрана  $j$ -я альтернатива.

Для побудови математичної моделі [9] позначимо події, пов'язані з виконанням операцій, що входять в ТФС. Вершини ймовірнісного графа (рис.3) відповідають наступним подіям:

- початок виконання структури (вершина 3);
- закінчення виконання робочої операції 1 і перехід до операції контролю (вершини 4, 5);
- вибір альтернативи (вершина 6);
- перехід до робочої операції 2 (доопрацювання) (вершина 7);
- завершення виконання структури (вершини 1, 2).

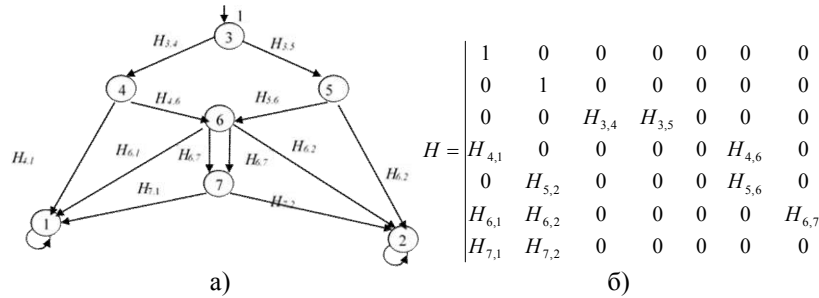


Рис.3. Граф подій ТФС і матриця H-функцій

H- функції дуг графа мають вигляд:  $H_{3,4}=B_1^1 L[F_p(t)]$ ,  $H_{3,5}=B_1^0 L[F_p(t)]$ ,  $H_{4,1}=K^{11} L[F_k(t)]$ ,  $H_{5,2}=K^{01} L[F_k(t)]$ ,  $H_{4,6}=K^{10} L[F_k(t)]$ ,  $H_{5,6}=K^{00} L[F_k(t)]$ ,  $H_{6,1}=A_1 A^{11} L[F_a(t)]$ ,  $H_{6,7}=H_{6,7}^1 + H_{6,7}^2$ ,  $H_{6,7}^1 = A_1 A^{12} L[F_a(t)]$ ,  $H_{6,7}^2 = A_2 A^{22} L[F_a(t)]$ ,  $H_{7,1}=B_2^1 L[F_p(t)]$ ,  $H_{7,2}=B_2^0 L[F_p(t)]$

де  $F_p(t)$ ,  $F_k(t)$ ,  $F_a(t)$  – закони розподілу часу на виконання робочої операції, контролю функціонування, вибору альтернативи. Укрупнимо граф (рис.4)

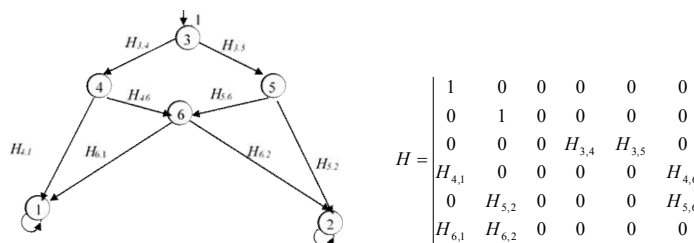


Рис.4 Укрупнений граф ТФС та H-функцій

Подальше укрупнення приводить до підсумкового ймовірнісного графа (рис.5):

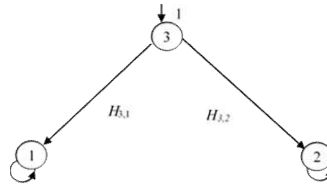


Рис.5 Підсумковий імовірнісний граф

Шляхом підстановки параметра  $s=0$ :

$V_{3,1}=H_{3,1}(0)$  – ймовірність того, що структура виконана з заданим рівнем якості.

$V_{3,2}=H_{3,2}(0)$  – ймовірність того, що структура виконана з рівнем якості менше заданого.

Використовуючи отримані результати, визначимо вірогідність безпомилкового виконання

ТФС:  $B = B_1^1 K^{11} + (B_1^1 K^{10} + B_1^1 K^{00})(A_1 A^{12} + A_2 A^{22})$

Математичне сподівання часу виконання структури:

$$M(T) = M(Tp_1) + M(Tp_k) + \frac{M(T_A) * A_1 A^{11} + a * (M(T_A) + M(Tp_2))}{B_1^1 K^{11} + b * (A_1 A^{11} + a)}$$

де  $a = B_2^1 (A_2 A^{22} + A_1 A^{12})$ ,  $b = B_1^1 K^{10} + B_1^0 K^{00}$

Ці формули дозволяють розрахувати ймовірність безпомилкового відповіді на питання тестового контролю (шляхом застосування шкал оцінювання переводиться в оцінку) і математичне сподівання часу навчання (для визначення ймовірності своєчасного завершення використовуємо допущення про нормальний закон розподілу часу) та можуть бути використані в системі ергономічної підтримки навчання [4]. Формування вихідних даних для розрахунків є однією з основних проблем ергономічного моделювання. В даному дослідженні не може бути прийнято допущення «про середнього оператора». У разі достатньої кількості даних вирішується задача нейромережевої апроксимації (на вхід подаються параметри студента, модуля, технічних і програмних засобів, часових обмежень), інакше - реалізується технологія нечіткого логічного виводу.

**Комп'ютерне моделювання.** Розглянемо моделювання процесу взаємодії в діалоговій системі "студент-комп'ютер". Нехай вихідні дані про показники якості студентів містяться в таблиці 1.

Показники якості контрольних процедур:  $K^{11}=0,9$ ;  $K^{10}=0,1$ ;  $K^{00}=0,99$ ;  $K^{01}=0,01$

Показники якості «альтернативи»:  $A^{11}=0,3$ ;  $A^{12}=0,7$ ;  $A^{22}=0,8$ ;  $A^{21}=0,2$ ;  $A_1=0,1$ ;  $A_2=0,9$

Математичне сподівання:  $M(Ta)=0,1$ ;  $M(Tk)=7$ ;  $M(Tp_1)=27$ ;  $M(Tp_2)=5$

Таблиця 1 – Показники успішності

Студенти	1	2	3	4	5	6
$B_1^1$	0,99	0,85	0,71	0,62	0,53	0,44
$B_2^1$	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99

Результати комп'ютерного моделювання представлені на рис.6.

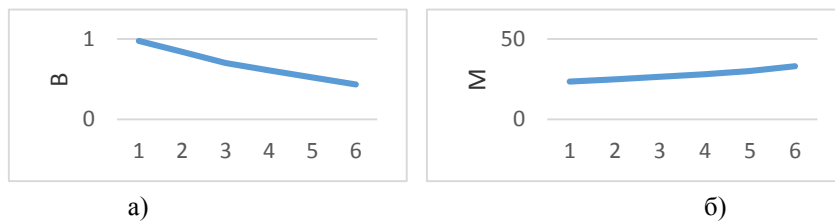


Рис.6 Моделювання ймовірнісно-часових показників ТФС

(а - ймовірності безпомилкового виконання, б – математичного сподівання часу виконання)

На рис. 6 видно, що зі зменшенням якості підготовки студентів а) зменшується ймовірність правильної відповіді на всі питання підсумкового тестування і б) зростає час навчання.

**Висновки.** Запропоновано доповнити бібліотеку ТФС новою структурою для опису діяльності в системі електронного навчання. Для отримання кількісних значень ймовірнісно-часових показників якості виконання алгоритму діяльності отримана нові формули.

**Література**

1. Адаменко А. Н. Информационно-управляющие человеко-машинные системы: Исследование, проектирование, испытания: справочник / А. Н. Адаменко, А. Т. Ашерев, И. Л. Бердников и др.; под общ. ред. А. И. Губинского, В. Г. Евграфова. – М.: Машиностроение, 1993. – 528 с.
2. Лавров Е. А. Моделирование надежности человеко-машинных систем: учет ошибок разных типов / Е. А. Лавров, Н. Б. Пасько // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – Харьков, 2007. – 2/2 (26). – С. 25-35.
3. Лавров Е. А. Концепция нейронно-функциональных сетей для моделирования человеко-машинного взаимодействия / Е.А. Лавров, Н.Б. Пасько, Н.Л. Барченко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий.–Харьков, 2007.–3/6(27).–С.58-62.

4. Барченко Н.Л. Інформаційна технологія агента-менеджера ергономічної підтримки електронного навчання // Міжнародний науково-технічний журнал «Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах», 2017. – 3. – С.100-105.
5. Толбатов А.В. Моделирование в освіті: Стан. Проблеми. Перспективи: Актуальні питання побудови системи моніторингу дистанційної освіти аграрних ВНЗ / За заг.ред. Соловйова В.М. - Черкаси: Брама, видавець Вовчок О.Ю., 2017. - 266 с.
6. Толбатов А. В. Розробка та підтримка інтелектуальної системи дистанційного навчання у ВНЗ / А. В. Толбатов, В. А. Толбатов, С. В. Толбатов, Д. І. Чететов // Перспективні інновації в науці, освіті, виробництві та транспорті '2013: сб. науч. Тр. Sworld. – Івано-Франківськ, 2013. – Вып. 4 (13). – С. 18–22.
7. Толбатов А.В. Функції, основні складові та особливості моніторингу дистанційної освіти в ВНЗ / С.В. Агаджанова, О.Б. В'юненко, А.В. Толбатов, К.Х. Агаджанов-Гонсалес, В.А. Толбатов // Науковий журнал Новітні комп'ютерні технології – Кривий Ріг : Видавничий центр ДВНЗ «Криворізький національний університет», 2017. – Том XV. – С. 131–139.
8. Tolbatov A.V. Modern technologies of distance learning in agrarian higher school / S.V. Ahadzhanova, K.H. Ahadzhinov-Gonsales, A.V. Tolbatov, O.I. Zorenko, V.H. Lohvinenko, N.L. Barchenko, V.A. Tolbatov, S.V. Tolbatov // SW Journal Pedagogy, Psychology and Sociology. – Volume J21508 (9). (November 2015). – P. 109-114. – URL: <http://www.sworld.com.ua/e-journal/j21508.pdf>
9. Tolbatov A. Mathematical models for the distribution of functions between the operators of the computer-integrated flexible manufacturing systems / Lavrov E., Pasko N., Krivodub A., Tolbatov A. / 2016 Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science, Proceedings of the 13 Intern. Conference on TCSET 2016–Lviv-Slavske, 2016. – P. 72–75.
10. Tolbatov A. Data representing and processing in expert information system of professional activity analysis / Zaritskiy O., Pavlenko P., Tolbatov A. / 2016 Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science, Proceedings of the 13th International Conference on TCSET 2016 – Lviv-Slavske, 2016. – P. 831–833.
11. Tolbatov A. Information technologies in the educational process as the basis of modern distance learning / Viunenko O., Tolbatov A., Vyganyaylo S., Tolbatov V., Agadzhanova S., Tolbatov S. / 2016 Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science, Proceedings of the 13th International Conference on TCSET 2016 – Lviv-Slavske, 2016. – P. 718–720.
12. Tolbatov A. Development of adaptation technologies to man-operator in distributed E-learning systems / Lavrov E., Pasko N., Barchenko N., Tolbatov A. / 2017 2nd International Conference on Advanced Information and Communication Technologies, AICT 2017 – Proceedings – Lviv, 2017. – P. 88–91.
13. Tolbatov A. Cybersecurity of distributed information systems. The minimization of damage caused by errors of operators during group activity / Lavrov E., Tolbatov A., Pasko N., Tolbatov V. / 2017 2nd International Conference on Advanced Information and Communication Technologies, AICT 2017 – Proceedings – Lviv, 2017. – P. 83–87.
14. Tolbatov A. Using cloud technologies based on intelligent agent-managers to build personal academic environments in E-learning system / Agadzhanova S., Tolbatov A., Viunenko O., Tolbatova O. / 2017 2nd International Conference on Advanced Information and Communication Technologies, AICT 2017 – Proceedings – Lviv, 2017. – P. 92–96.
15. Tolbatov A. Theoretical bases, methods and technologies of development of the professional activity analytical estimation intellectual systems / Zaritskiy O., Pavlenko P., Sudic V., Tolbatov A., Tolbatova O., Tolbatov V., Viunenko O. / 2017 2nd International Conference on Advanced Information and Communication Technologies, AICT 2017 – Proceedings – Lviv, 2017. – P. 101–104.

## References

1. Adamenko, A.N. Informacionno-upravljajushhie cheloveko-mashinnye sistemy: Issledovanie, proektirovanie, ispytaniya / A.N. Adamenko, A.T. Asherov, I.L. Berdnikov i dr.; pod obshh. red. A.I. Gubinskogo, V.G. Evgrafova. – M.: Mashinostroenie, 1993. – 528 s.
2. Lavrov, E. A. Modelirovanie nadezhnosti cheloveko-mashinnykh sistem: uchet oshibok raznykh tipov / E. A. Lavrov, N. B. Pas'ko // Vostochno-Evropejskij zhurnal peredovykh tehnologij. – Har'kov, 2007. – 2/2 (26). – S. 25-35.
3. Lavrov, E. A. Konceptsiya nejronno-funkcional'nykh setej dlja modelirovanija cheloveko-mashinnogo vzaimodejstvija / E. A. Lavrov, N. B. Pas'ko, N. L. Barchenko // Vostochno-Evropejskij zhurnal peredovykh tehnologij. – Har'kov, 2007. – 3/6 (27). – S. 58-62.
4. Barchenko, N.L. Informacijna tehnologija agenta-menedzhera ergonomichnoi' pidtrymky elektronnoho navchannja // Mizhnarodnyj naukovotekhnichnij zhurnal «Vymirjuval'na ta obchysljuval'na tehnika v tehnologichnykh procesah», 2017. – 3. – S.100-105.
5. Tolbatov A.V. Modelyuvannya v osviti: Stan. Problemy. Perspektyvy: Aktual'ni pytannya pobudovy systemy monitorynhu dystantsiynoi osvity ahrarnykh VNZ / Za zah.red. Solovyova V.M. - Cherkasy: Brahma, vydavets' Vovchok O.Yu., 2017. - 266 s.
6. Tolbatov A. V. Rozrobka ta pidtrymka intelektual'noi systemy dystantsiynoho navchannya u VNZ / A. V. Tolbatov, V. A. Tolbatov, S. V. Tolbatov, D. I. Chechetov // Perspektivnye innovatsii v nauke, obrazovanii, proizvodstve i transporte '2013: sb. науч. Тр. Sworld. – Івано-Франківськ, 2013. – Вып. 4 (13). – С. 18–22.
7. Tolbatov A.V. Funktsiyi, osnovni skladovi ta osoblyvosti monitorynhu dystantsiynoi osvity v VNZ / S.V. Ahadzhanova, O.B. V"yunenko, A.V. Tolbatov, K.Kh. Ahadzhinov-Honsales, V.A. Tolbatov // Naukovyy zhurnal Novitni komp'yuterni tekhnolohiyi – Kryvyy Rih : Vydavnychyy tsentr DVNZ «Kryvoriz'ky natsional'nyy universytet», 2017. – Том XV. – С. 131–139.
8. Tolbatov A.V. Modern technologies of distance learning in agrarian higher school / S.V. Ahadzhanova, K.H. Ahadzhinov-Gonsales, A.V. Tolbatov, O.I. Zorenko, V.H. Lohvinenko, N.L. Barchenko, V.A. Tolbatov, S.V. Tolbatov // SW Journal Pedagogy, Psychology and Sociology. – Volume J21508 (9). (November 2015). – P. 109-114. – URL: <http://www.sworld.com.ua/e-journal/j21508.pdf>
9. Tolbatov A. Mathematical models for the distribution of functions between the operators of the computer-integrated flexible manufacturing systems / Lavrov E., Pasko N., Krivodub A., Tolbatov A. / 2016 Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science, Proceedings of the 13 Intern. Conference on TCSET 2016–Lviv-Slavske, 2016. – P. 72–75.
10. Tolbatov A. Data representing and processing in expert information system of professional activity analysis / Zaritskiy O., Pavlenko P., Tolbatov A. / 2016 Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science, Proceedings of the 13th International Conference on TCSET 2016 – Lviv-Slavske, 2016. – P. 831–833.
11. Tolbatov A. Information technologies in the educational process as the basis of modern distance learning / Viunenko O., Tolbatov A., Vyganyaylo S., Tolbatov V., Agadzhanova S., Tolbatov S. / 2016 Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science, Proceedings of the 13th International Conference on TCSET 2016 – Lviv-Slavske, 2016. – P. 718–720.
12. Tolbatov A. Development of adaptation technologies to man-operator in distributed E-learning systems / Lavrov E., Pasko N., Barchenko N., Tolbatov A. / 2017 2nd International Conference on Advanced Information and Communication Technologies, AICT 2017 – Proceedings – Lviv, 2017. – P. 88–91.
13. Tolbatov A. Cybersecurity of distributed information systems. The minimization of damage caused by errors of operators during group activity / Lavrov E., Tolbatov A., Pasko N., Tolbatov V. / 2017 2nd International Conference on Advanced Information and Communication Technologies, AICT 2017 – Proceedings – Lviv, 2017. – P. 83–87.
14. Tolbatov A. Using cloud technologies based on intelligent agent-managers to build personal academic environments in E-learning system / Agadzhanova S., Tolbatov A., Viunenko O., Tolbatova O. / 2017 2nd International Conference on Advanced Information and Communication Technologies, AICT 2017 – Proceedings – Lviv, 2017. – P. 92–96.
15. Tolbatov A. Theoretical bases, methods and technologies of development of the professional activity analytical estimation intellectual systems / Zaritskiy O., Pavlenko P., Sudic V., Tolbatov A., Tolbatova O., Tolbatov V., Viunenko O. / 2017 2nd International Conference on Advanced Information and Communication Technologies, AICT 2017 – Proceedings – Lviv, 2017. – P. 101–104.