

УДК 004.358:371.388:621.3

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ Й РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ КІБЕРНЕТИЧНОЇ МОДЕЛІ ПРОЦЕСУ НАВЧАННЯ

О. П. Чорний

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600, Україна. E-mail: apch@kdu.edu.ua

В. К. Титюк

ДВНЗ Криворізький національний університет
вул. XXII партз'їзду, 11, м. Кривий Ріг, Україна. E-mail: dinalt2006@gmail.com

А. Бердай

ENSEM Університет Хассан II Аін Щок
PO Box 8118, Оасис, Касабланка, Марокко. E-mail: a.berdai@gmail.com

Розвинуто метод оцінювання якості знань студентів на основі кібернетичної моделі. Визначення параметрів моделі виконано шляхом рішення оберненої задачі знаходження коефіцієнтів диференційного рівняння кібернетичної моделі за коефіцієнтами рівняння його рішення. Рівняння рішення знайдено у вигляді регресійної моделі вигляд якого співпадає з аналітичним розв'язком рівняння кібернетичної моделі. Коефіцієнти регресійної моделі розраховані на основі експериментальних досліджень у студентських групах під час семестру шляхом їх тестувань і оцінювання рівня засвоєння і накопичення інформації на протязі семестру. Використання отриманих моделей дозволяє оцінювати рівень знань студента, наприклад, на момент підсумкового чи модульного контролю, а також використовувати їх для реалізації індивідуалізації процесу навчання студента, маючи можливість прогнозувати, за який відрізок часу студент може досягти бажаного рівня навченості.

Ключові слова: параметри кібернетичної моделі, експериментальні дослідження тестування студентів, оцінювання знань

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Для підвищення якості процесу навчання з використанням автоматизованих систем необхідно впроваджувати математичні та інформаційні моделі, що враховують індивідуальні особливості студентів, наприклад такі, як здатність до сприйняття навчальної інформації та схильність до її забування тощо, що дозволяє, формалізуючи навчальний процес, з одного боку, описати його в загальних термінах, а з іншого – створити індивідуальний режим навчання для кожного студента. Відомі аналітичні моделі процесу навчання мають різну теоретичну чи практичну цінність, характеризуються різноплановим підходом. Задача вибору відповідної моделі для аналізу ефективності системи навчання, визначення її параметрів і коефіцієнтів, або сталих часу які можуть бути отримані лише експериментальним шляхом, потребує теоретичних досліджень і практичних рішень і є актуальною.

Метою роботи є визначення коефіцієнтів і сталих часу кібернетичної моделі засвоєння інформації на основі експериментальних досліджень у студентських групах під час занять.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Вибір кібернетичної моделі як моделі для оцінювання ефективності дозволяє на основі аналогій фізичних явищ і технічних систем, з одного боку, врахувати поточну зміну зовнішніх впливів та збурень, а з іншого – поточні зміни характеристик системи, наприклад, збільшення значення коефіцієнта умовиводу c за рахунок консультацій та самостійної роботи [3]:

$$m \frac{d^2 S}{dt^2} + r \frac{dS}{dt} + (\alpha(t) - c)S = H, \quad (1)$$

де S – потік інформації, що засвоюється як функція часу t ; r – коефіцієнт опору навчальному процесу, $\alpha(t)$ – функція забування, яка визначає процес забування, наприклад, за кривими Ебінгауза; c – коефіцієнт умовиводу; H – потік наданої інформації як функція часу t ; m – величина інертності. Зазвичай у моделі використовуються середні значення коефіцієнтів [1]. Визначення коефіцієнтів є актуальною задачею.

Для визначення реальних параметрів диференційного рівняння моделі засвоєння інформації проведені експериментальні дослідження зі студентами двох груп третього курсу: ЕМХ-14-3с (19 студентів) та ЕМХ-14-4с (19 студентів) під час вивчення навчальної дисципліни «Теорія електроприводу». Студентам на кожній лекції надавався тест закритого типу із 20 питань, що містили 5–6 відповідей. Таких тестів було проведено 10. За результатами тестування розраховане середнє значення відповідей в цілому по кожній студентській групі. Наприклад, на рис.1 показані результати тестування групи

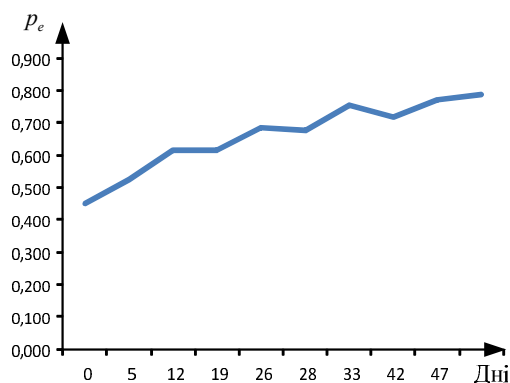
ЕМХ-14-4с, де $p_e = \frac{n}{N}$, N – загальна кількість запитань, n – кількість вірних відповідей.

Для визначення параметрів інерції й опору навчальному процесу, які у вигляді коефіцієнтів входять у кібернетичну модель (1), побудуємо регресійну модель зміни середнього значення успішності у часі на протязі семестру. В якості регресійної моделі використаємо рівняння виду

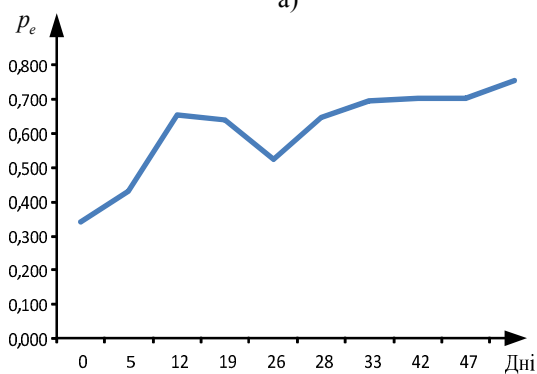
$$S(t) = -Ae^{-P_1 t} - Be^{-P_2 t} + C, \quad (2)$$

вигляд якого співпадає з аналітичним розв'язком рівняння кібернетичної моделі (1). На рис. 2 показа-

ний експериментальний процес та процес отриманий за регресійною моделлю.



а)



б)

Рисунок 1 – Середнє значення успішності студентів груп ЕМХ-14-3с(а) і ЕМХ-14-4с (б) за даними тестування

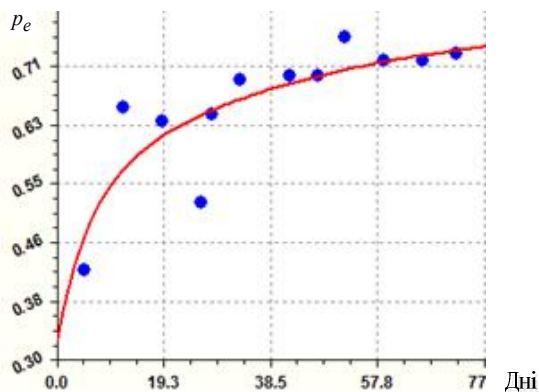


Рисунок 2 – Дані експериментального процесу тестування студентів групи ЕМХ-14-4с та графік регресійної моделі

Отримані параметри регресійної моделі: похибка 0,05631326, коефіцієнт детермінації – $R^2 = 0,92782142$, коефіцієнти: $A = 0,24704499$, $p_1 = 0,025014777$, $B = 0,19846701$, $p_2 = 0,17944767$, $C = 0,77561554$.

Аналітичне знаходження коефіцієнтів рівняння (1) за його відомим розв'язком (2) виконаємо наступним чином.

Знайдемо аналітичні вирази для першої та другої

похідних рішення:

$$S' = Ap_1 e^{p_1 t} + Bp_2 e^{p_2 t}; \quad (3)$$

$$S'' = Ap_1^2 e^{p_1 t} + Bp_2^2 e^{p_2 t}.$$

Підставляючи (2) і (3) в рівняння (1) і приводячи подібні, отримаємо наступне рівняння

$$Ap_1 e^{p_1 t} (ap_1^2 + bp_1 + c) + Bp_2 e^{p_2 t} (ap_2^2 + bp_2 + c) + cC = H. \quad (4)$$

З перших двох доданків (4) отримаємо два рівняння щодо коефіцієнтів a , b , c .

Підставляючи в (4) дані про відомих початкових умовах, отримаємо третє рівняння для коефіцієнтів a , b , c .

Використовуючи (3) і (4) отримаємо таку систему лінійних алгебраїчних рівнянь:

$$\begin{cases} ap_1^2 + bp_1 + c = 0; \\ ap_2^2 + bp_2 + c = 0; \\ a(Ap_1^2 + Bp_2^2) + bz_0 + cz_0 y_0 = H, \end{cases} \quad (5)$$

де y_0 , z_0 – початкові умови першої та другої похідної в (3).

Вирішуючи систему (5) щодо коефіцієнтів a , b , c , отримаємо шукане рішення задачі: $a = 287,2345$, $b = 58,7287$, $c = 1,2894$.

Отримані числові значення коефіцієнтів дають змогу оцінити величину інерції та опору навчанню в студентських групах.

ВИСНОВКИ. Аналіз результатів досліджень показує, що використання моделей дозволяє оцінювати рівень знань студента, наприклад, на момент підсумкового чи модульного контролю, а також використовувати їх для реалізації індивідуалізації процесу навчання студента, маючи можливість прогнозувати, за який відрізок часу студент може досягти бажаного рівня навченості.

Розвинений підхід до оцінювання ефективності засвоєння інформації дозволяє спрямовано формувати не тільки самостійну, а й індивідуальну роботу студента. Застосування кібернетичних моделей дозволяє виконувати кількісне оцінювання якості процесу навчання. Такий підхід може бути покладений в основу оптимізації розкладу занять, проведення самостійної та індивідуальної роботи зі студентами.

ЛІТЕРАТУРА

1. Зайцева Л.В., Прокофьева Н.О. Проблемы компьютерного контроля знаний// Proceedings. IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2002), 9–12 September 2002. Kazan, Tatarstan, 2002. – PP. 102–106.
2. Касярум С.О. Математичні моделі процесу навчання у вищій школі// Вісник Черкаського національного університету. Серія «Педагогічні науки». – Черкаси, 2009. – Вип. 147. – С. 146–150.
3. Чорний О.П., Коваль Т.П., Сівякова Г.О. Підвищення ефективності процесу навчання шляхом формування розкладу індивідуальних та консультаційних занять// Інженерні та освітні технології в

електротехнічних і комп'ютерних системах. Щоквартальний науково-практичний журнал [Електронний журнал]. – Кременчук: КрНУ, 2014.

– Вип. 4 (8). – С. 8–18. – Режим доступу: <http://eetecs.kdu.edu.ua>

EXPERIMENTAL STUDY AND CALCULATION OF THE PARAMETERS OF LEARNING PROCESS CYBERNETIC MODEL

О. Чорний

KremenchukMykhailoOstrohradskyi National University
vul.Pershotravneva,20, Kremenchuk,39600, Ukraine.E-mail: apch@kdu.edu.ua

V. Titiuk

State Institution of Higher Education «Kryvyi Rih National University»
vul.XXII Partz'yizdu,11, Kryvyi Rih, 50027, Ukraine.E-mail: dinalt2006@gmail.com

A. Бердай

ENSEM, University Hassan II AIN Schok
PO Box 8118, Oasis, Casablanca, Morocco. E-mail: a.berdai@gmail.com

A method of evaluating the quality of student learning based on cybernetic models developed. Defining model parameters made by decision of inverse problem of differential equation cybernetic model, using the coefficients for its decision. Equation of solution found in a regression model whose appearance coincides with the analytic solution of the equation cybernetic model. Regression model coefficients based on experimental studies in student groups during the semester through their testing and evaluation of learning and accumulation of information during the semester. Using the obtained models can assess the level of knowledge of the student, for example, or at the time of the final module control, and use them to implement the individualization of the learning process of the student, being able to predict the length of time for which a student can achieve the desired learning level.

Keywords: cybernetic model parameters, experimental studies of testing students, knowledges evaluation.

REFERENCES

1. Zajceva, L.V. and Prokofieva, N.O. (2002), "Problems of computer control knowledge", *Proceedings. IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2002)*, Kazan, Tatarstan, September 9–12, 2002, pp. 102–106. (in Russian)
Kasjarum, S.O. (2009), "Mathematical models of the learning process in higher education", *Visnik Cherkaskogo Natsionalnogo Universitetu. Serija*

«Pedagogichni nauki», Cherkasi, no. 147, pp. 146–150. (in Ukrainian)

2. Chornij, O.P., Koval, T.P. and Sivjakova, G.O. (2014), "Improving the efficiency of the learning process by creating schedules and individual counseling sessions", *Inzhenerni ta osviti tehnologii v elektrotehnichnih i komp'yuternih sistemah. Shhokvartal'nij naukovo-praktichnij zhurnal*, KrNU, Kremenchuk, Vol. 4, no. 8, pp. 8–18, available at: <http://eetecs.kdu.edu.ua> (in Ukrainian)

Чорний Олексій Петрович,

д. тех. н., професор,
директор Інституту електромеханіки,
енергозбереження и систем управління,
Кременчуцький національний університет
імені Михайла Остроградського,
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук,
39600, Україна
Тел.: +38(067) 541-79-00
E-mail: apch@kdu.edu.ua, achernyj@rambler.ru



Chorniy Oleksii Petrovych,

ScD., prof.,
Director of Institute of Electromechanics,
Energy Saving and Automatic Control Systems,
Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi
National University,
vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk,
39600, Ukraine
Tel.: +38(067) 541-79-00
E-mail: apch@kdu.edu.ua, achernyj@rambler.ru

Титюк Валерій Костянтинович,

к. техн. н., доцент
кафедри електромеханіки,
Криворізький національний університет,
вул. XXII Партз'їзду, 11, м. Кривий Ріг,
50027, Україна
Тел.: +38(067) 564-11-85
E-mail: dinalt2006@gmail.com



Titiuk Valerii Kostyantynovich,

PhD (tech),
professor of electromechanical dept.,
State institution of higher education
«Kryvyi Rih National University»,
vul. XXII Partz'yizdu, 11, Kryvyi Rih,
50027, Ukraine
Tel.: +38(067) 564-11-85
E-mail: dinalt2006@gmail.com

Бердай Абдельмажид,

ENSEM Університет Хассан II Аін Щок,
PO Box 8118, Оасис, Касабланка, Марокко.
E-mail: a.berdai@gmail.com

Berdai Abdelmajid,

ENSEM, University Hassan II AIN Schok,
PO Box 8118, Oasis, Casablanca, Morocco.
E-mail: a.berdai@gmail.com