

**Литвинова С.Г.,**

*доктор педагогічних наук, старший науковий співробітник,*

*завідувачка відділом,*

*Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України*

**Буров О.Ю.,**

*доктор технічних наук, старший дослідник,*

*провідний науковий співробітник,*

*Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України*

**ВИБІР КЛАСУ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ  
ДИНАМІКИ ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ  
СТАРШОКЛАСНИКІВ В АДАПТИВНИХ СИСТЕМАХ  
НАВЧАННЯ**

**Постановка проблеми.** Зміна пріоритетів навчання, перехід від класно-урочного та групового навчання до індивідуально-орієнтованого створює можливості гнучкого управління навчальним процесом з урахуванням індивідуальних особливостей і здібностей здобувача знань [1], а також підвищення ефективності навчання із застосуванням мереж [2] та хмарних ресурсів [3].

**Аналіз актуальних досліджень.** Як свідчить наявний досвід оцінювання та прогнозування ефективності розумової роботи операторів у критичних та небезпечних галузях [4], важливою задачею на цьому шляху є прогнозування необхідних психофізіологічних ресурсів для виконання когнітивної діяльності [5] та функціонального стану людини [6], функціональної організації її розумової діяльності з урахуванням вікових особливостей [7]. Це справедливо для будь-яких видів операторської діяльності, у тому числі здобувача знань як оператора-дослідника [8], особливо під час його адаптації до відповідного навчального середовища

[9; 10; 11]. Проте як впливає з аналізу наукових розробок, а також їх практичного застосування, вибір адекватного математичного апарату не завжди є обґрунтованим і не завжди забезпечує високу прогностичну точність.

**Мета статті.** Обґрунтувати вибір адекватних класів математичних моделей для задач прогнозування успішності розумової діяльності.

**Методика.** Обчислення складності та абсолютної організації системи за У. Ешбі [12], класифікація організації систем за Ю.Г. Антомоновим [13] та їх складності за С. Біром [14].

### **Результати дослідження.**

Результати зіставлення характеристик роботи машиністів-операторів з системою і техніко-економічного показника свідчать про адекватність застосовуваного тесту і про високу кореляційної зв'язку параметрів, що характеризують функціональний стан людини-оператора, з параметрами, котрі характеризують його професійну працездатність.

Разом з тим, прогнозування професійної працездатності людини вимагає правильного вибору математичного апарату для побудови моделей. Будь-яка система (в тому числі, людина в процесі діяльності) описується безліччю вихідних координат. Продуктивність праці, показник ефективності професійної роботи оператора також можуть розглядатися в якості вихідної координати системи "працююча людина".

У. Ешбі пропонує характеризувати складність системи ( $H_{\max}$ ) її різноманітністю [12], під яким розуміється кількість станів  $N$ , які може приймати система  $H_{\max} = \lg(N)$ .

Якщо невизначеність системи визначити як  $H = - \sum p_i \lg p_i$ , де  $p_i$  - ймовірність знаходження системи в  $i$ -му стані, то абсолютна організація системи може бути визначена як  $O = H_{\max} - H$ . У той же час абсолютна організація не завжди є інформативною. Тому Г. Ферстер і Ю. Антомонов пропонують оцінювати відносну організацію системи таким чином  $R = 1 -$

$(H/H_{\max})$  [13].

На основі оцінок складності та організації запропоновані класифікації систем з метою їх адекватного опису. Так, С. Бір [14] запропонував шкалу для класифікації систем за складністю, згідно з якою системи поділяються на: прості ( $H_{\max} < 3$ ), складні ( $3 \leq H_{\max} < 6$ ) і дуже складні ( $H_{\max} \geq 6$ ).

Ю. Г. Антомонов [13] запропонував оцінювати системи за рівнем організації наступним чином: детерміновані ( $0,3 < R \leq 1$ ), квазидетерміновані ( $0,1 < R \leq 0,3$ ) та ймовірнісні ( $0 < R \leq 0,1$ ).

Найменш стійкими, найменш організованими є ймовірнісні системи. Тому обрані моделі для опису і прогнозування слід вибирати виходячи з того, що (за Ю.Г.Антомоновим [13]) для простих, ймовірнісних систем прийнятним є використання математичного апарату опису випадкових процесів, параметрів законів розподілу, тобто ймовірнісно-статистичні методи. Зважаючи на те, що системи «Суб'єкт навчання – навчальні засоби – навчальне середовище» можуть мати у різних ситуаціях змінні рівні організації (відповідно, бути і квазидетермінованими, і ймовірнісними), а в цифровому навчальному середовищі бути складними, для їх опису доцільно використовувати статистичні методи аналізу та побудови моделей прогнозу ефективності навчання.

З огляду на те, що прогноз успішності когнітивного розвитку старшокласників можливо будувати на підставі результатів в умовах моделювання операторської діяльності, то найбільш підходящим математичним апаратом, мабуть, є регресійний аналіз, що дозволяє будувати моделі на основі співставлення параметрів, що характеризують різні, але статистично пов'язані процеси.

**Висновки.** Для вибору адекватного математичного апарату побудови прогностичних моделей ефективності (успішності) навчання рекомендується враховувати складність та організацію навчальної

діяльності. Аналіз цих показників, а також досвід використання прогностичних моделей в емерджентних технологіях дозволяє рекомендувати в якості моделей множинні регресійні моделі, які дозволяють будувати моделі на основі співставлення параметрів, що характеризують різні, але статистично пов'язані процеси.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Буров О.Ю., Камишин В. В. Оцінювання обдарованості: проблеми кількісної міри / О. Ю. Буров, В. В. Камишин // Навчання і виховання обдарованої дитини: теорія та практика.– К.: Інститут обдарованої дитини АПН України.–2004.–Вип. 2 (2009): 5-9.

2. Литвинова С. Г. Формування On-line навчального середовища в загальноосвітніх навчальних закладах / С. Г. Литвинова // Комп'ютер у школі та сім'ї. – 2010. – № 8. – С. 25–27.

3. Литвинова С. Г. Облачно ориентированная учебная среда школы: от кабинета до виртуальных методических предметных объединений учителей // Образовательные технологии и общество. – 2014. – Т. 17. – №. 1.

4. Буров А. Ю. Психофизиологическое обеспечение труда операторов / А. Ю. Буров // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. – 1999. – №. 6. – С. 32-34.

5. Veltman H., Wilson G., Burov O. Cognitive load / H. Veltman, G. Wilson, O. Burov // NATO Science Series RTO-TR-HFM-104.– Brussels. – 2004. – Pp. 97-112.

6. Spirin O., Burov O. Models and applied tools for prediction of student ability to effective learning / O. Spirin, O. Burov // 14th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer. – CEUR-WS, 2018. – Т. 2104. – Pp. 404-411.

7. Буров О.Ю. Динаміка розвитку інтелектуальних здібностей обдарованої особистості у підлітковому віці / О. Ю. Буров, В. В. Рибалка, Н. Д. Вінник, В. В. Русова, М. А. Перцев, І. О. Плаксенкова, М. О. Кудрявченко, А. Б. Сагалакова, Ю. М. Черняк; За ред. О. Ю. Булова. – К. : Тов «Інформаційні системи», 2012. – 258 с.

8. Мигаль Г. В., Выходец Ю. С. Ергономічний підхід до організації навчання та підвищення його ефективності / Г. В. Мигаль , Ю. С. Выходец // Радіоелектронні і комп'ютерні системи.- 2016.- № 2 (76).- С. 70–79.

9. Mulder, L.J.M. et al. How to use cardiovascular state changes in adaptive automation / L.J.M.Mulder, A. Van Roon, H. Veldman, K. Laumann, A. Burov, L. Quispel, P.J. Hoogeboom. In: Hockey, G.R.J., Gaillard, A.W.K., Burov, O. (Eds.), Operator Functional State. The Assessment and Prediction of Human Performance Degradation in Complex Tasks. - NATO Science Series.- IOS Press, Amsterdam. - 2003. - Pp. 260–272.

10. Burov, O. Y., Pinchuk, O. P., Pertsev, M. A., & Vasylchenko, Y. V. Using the students' state indices for design of adaptive learning systems / O. Y. Burov, O. P. Pinchuk, M. A. Pertsev, & Y. V. Vasylchenko // Information Technologies and Learning Tools.- 2018.- 68.- # 6.- 20-32.

11. Lavrov, E., Barchenko, N., Pasko, N., and Tolbatov, A. Development of adaptation technologies to man-operator in distributed E-learning systems / E. Lavrov, N. Barchenko, N. Pasko, A Tolbatov // Proceedings of 2nd International Conference on Advanced Information and Communication Technologies-2017 (AICT-2017).- 2017.- pp. 88–91.

12. Ashby W. R. Principles of the Self-Organizing Dynamic System / W. R. Ashby // Journal of General Psychology.- 1947.- V. 37.- Pp. 125—128.

13. Антомонов Ю.Г. Принципы нейродинамики / Ю. Г. Антомонов. - Киев: Наук.думка, 1974. - 199 с.

14. Бир С. Кибернетика и управление производством / С. Бир. - М.: Физматгиз. - 1963. - 275 с.