



УДК 651.4.9 : 004

МАТЕМАТИЧНИЙ ОПИС ПРОЦЕСІВ В Е-ОСВІТІ

Тихонов Юрій Леонтійович, к.т.н., доцент
Луганський національний університет ім. Тараса Шевченка

Y. Tikhonov, PhD, Associate Professor
Luhansk Taras Shevchenko National University

У даній роботі на основі аналізу досліджень і публікацій відзначається, що відмінністю соціально-педагогічних систем є мала в порівнянні з моделями фізичних і економічних процесів формалізація. Розроблено опис процесів в е-освіті на основі теорії мереж масового обслуговування та комп'ютерної онтології, який дозволяє, по-перше, аналізувати якість ЕК, по-друге, враховувати тимчасові затримки при взаємодії викладача з учнями в режимі online, по-третє, аналізувати характеристики процесу проходження потоків запитів та повідомлень учнів, які впливають на строки освоєння.

Ключові слова: методологія, е-освіта, ЕК, оцінка знань, рівень знань, мережа масового обслуговування, комп'ютерна онтологія.

Ф. 4. Рис. 2. Літ. 13.

1. Вступ

Практично у всіх розвинених країнах з 80-х рр минулого століття формується думка, що в моделі освіти найважливішу роль повинні зіграти новітні інформаційні технології.

Е-освіта є формою навчання, в якій в освітньому процесі використовуються кращі традиційне та інноваційне кошти, засновані на комп'ютерних і телекомунікаційних технологіях.

Згідно об'єктивності процесу інформатизації суспільства та освіти дистанційне навчання увійде в ХХІ століття, як одна з форм отримання освіти. Уже зараз в навчальних планах ВНЗ передбачається переказ визначеної частини навчальних курсів на електронні курси (ЕК).

Для е-освіти характерно висока якість підготовки фахівців і, за рахунок більшої пізнавальної мотивації, посилення соціально-значущих мотивів (ділової співпраці, самореалізації, самоствердження і комунікативності).

Математичний опис систем для е-освіти дозволяє оцінювати ефективність використання ресурсів інформаційних технологій від яких істотно залежить якість і рівень освіти.

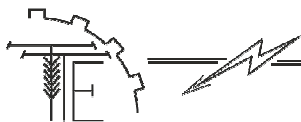
2. Аналіз останніх досліджень і публікацій

В даний час існує ряд моделей, які використовують математичний опис. У них моделюються окремі цілі освітньої діяльності. Так, відомі системи, спрямовані на моделювання навчання за типом екстернату, університетського навчання на базі одного університету, навчання, заснованого на співпрацю кількох навчальних закладів, навчання в спеціалізованих освітніх установах, автономних навчальних систем [1]. Відома імовірнісна модель для розробки методики оперативного контролю рівня навченості студентів [2]. Відомий програмний продукт, який дозволяє при роботі з моделями в цій освітньому середовищі користувачам вносити зміни як в блок введення вихідних даних, так і в блок їх обробки [3]. Арнольд вводить жорсткі і м'які моделі в педагогіці [4].

Е-освіта відноситься до соціально-педагогічним системам – той же час є відмінністю яких є мала в порівнянні з фізичними та економічними процесами формалізація. Наприклад, Лебедева [2] вважає, що для функціонування і розвитку соціально-педагогічних систем характерна ситуація невизначеності, що знижує можливості побудови математичних моделей. Бабанський [5] звертає особливу увагу на необхідність оптимізації за кількома критеріями і можливість компромісів при їх виборі. Необхідна розробка формалізованого опису функціонування ЕК.

3. Мета і задачі дослідження

Розробити математичний опис функціонування ЕК, який дозволяє аналізувати якість ЕК та побудувати алгоритм аналізу характеристик процесу проходження потоків запитів та повідомлень учнів, які впливають на строки освоєння ЕК.



4. Результати дослідження

Розроблено принципово новий опис процесів в е-освіті на основі теорії мереж масового обслуговування [6-10], у поєднанні з комп'ютерною онтологією (КО).

При аналізі якості онтологізованого ЕК запропоновано використовувати статистику розподілу балів за результатами тесту по гілках онтографі ЕК.

Одна з відмінностей програмно-інструментального середовища е-освіти від традиційної освіти складається в необхідності врахування тимчасових затримок при взаємодії викладача з учнями у режимі online. Такі особливості середовища враховують опис процесів навчання в термінах теорії масового обслуговування.

Система е-освіти надає освітні послуги використовуючи сервер, БЗ, підсистему доставки освітньої інформації (що включає канали доставки), підсистему генерації тестових завдань. Взаємодія з учнями – це цикл передачі одного документа сервером на запит з боку клієнта. Кожна взаємодія починається з подачі запиту на одержання документа. Закінчується по одержанню останнього байта запитуваного документа.

Сервер розглядається як багатоканальний обслуговуючий пристрій [10]. У випадкові моменти часу його стани можуть мінятися. Надходження запитів з боку клієнтів моделюється як пуассонівський потік заявок. Теоретико-ймовірнісний опис дозволяє відповісти на питання:

- скільки часу в середньому учень очікує відповіді тьютора;
- скільки часу в середньому викладач витрачає на відповідь;
- скільки в середньому необхідно викладачів, що відповідають учням, щоб вивчення ЕК тривало не більше семестру й т.д.

Онтологічний підхід дає можливість порівнювати якість фрагментів ЕК з використанням гіллястості онтографу КО, що виникає через структурування концептів предметної дисципліни (ПдД) за окремими аспектами. Для цього за результатами онтологізованого тесту по гілках ЕК підраховується сумарна кількість студентів, які одержали бали, що потрапили в певний інтервал. Наприклад у дослідженні по джерелах [11, 12] використані результати тестів з 100 студентів різних груп ЛНУ за фахом інформатика за 4 роки. В результаті отримали статистику розподілу балів по гілках ЕК по кількості студентів, що одержали цей бал. Отриману статистику використовуємо наступним образом.

Побудуємо графічне зображення апроксимації розподілу балів по дисципліні, по кількості студентів, що одержали цей бал (крива, що обгинає діаграму Парето [13]), рис. 1.

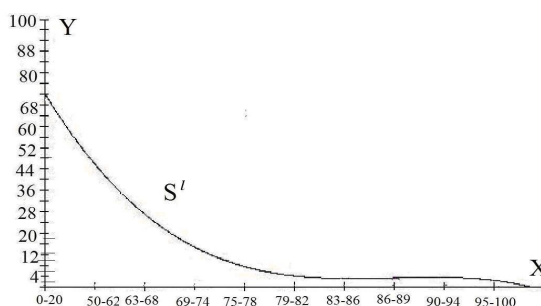


Рис. 1. Крива апроксимації розподілу балів (Y) по кількості студентів (X), що одержали цей бал

На рисунку (рис. 1) по осі X відзначені бали, по осі Y – кількість студентів, S^l – крива розподілу балів для l -й гілки онтографу ПдД.

Для сімейства кривих $\{S^l\}$ ($l=1 \div L$, L – число гілок онтографу ПдД) будуємо криву S_{mid} усереднену по гілкам онтографу.

Вона використовується для знаходження фрагмента онтографу, що відповідає кривій розподілу балів з найбільшим відхиленням від середньої. Частина ЕК, що відповідає такому фрагменту онтографу у першу чергу має потребу в модифікації.

Схема проходження вимог, пов'язаних з концептами ЕК включає:

- 1- онтологічну базу знань (БЗ), що містить КО ПдД;
- 2- студенти, що генерують запити й повідомлення до БЗ і до тьютору;
- 3- тьютор, – який генерує повідомлення студентам.

Після проходження запитів і повідомлень, пов'язаних з даним концептом (або групою концептів), по цій же схемі обробляються аналогічні запити та повідомлення, зв'язані з наступним концептом онтографу та ін.

Час обробки запитів є випадковою величиною і можна очікувати утворення черг. Наприклад, сумарний час, витрачений на коментарі тьютором залежить від кількості необхідних додаткових питань, час між початком вивчення попереднього та наступного концепту залежить від часу обміну повідомленнями між тьютором та студентами по попередньому концепту та ін.

Всі типи запитів і повідомлень можуть з'являтися для будь-якого концепту ПдД аж до підсумкової контрольної точки (звичайно кінець семестру).

Вивчення наступного концепту (або групи концептів) не починається поки тьютор не вирішить, що попередній концепт вивчено. У цьому сенсі в термінах теорії масового обслуговування можна говорити про блокування проходження вимоги.

Для аналізу застосовується метод вкладених ланцюгів Маркова. Розраховуються кількісні параметри ММО (час очікування обслуговування, загальний час реакції системи, середній проміжок часу між послідовними моментами початку обслуговування, інтенсивність потоку вимог, середнє число вимог).

Одержано залежності для P_{ij} (перехідні ймовірності з можливого стану марковського ланцюга E_i в стан E_j).

Например, для $l \leq i < N-M-l$, $l \leq j \leq i+l$.

$$P_{ij} = D_{i-j+1}(M-1) + \sum_{l=0}^{i+1-j} C_l(M-1) \cdot B_{i-j-l+1}(M), \quad (1)$$

де $D_n(k)$ – ймовірність того, що за час обслуговування на третьому приладі n вимог покине перший і закінчиться обслуговування на другому вузлі, де було зайнято k приладів; $C_n(k)$ – ймовірність того, що за час обслуговування на третьому приладі n вимог покине перший і не закінчиться обслуговування на другому вузлі, де було зайнято k приладів; $B_n(k)$ – ймовірність того, що за час обслуговування на другому вузлі k приладами, n вимог покине перший прилад.

Виявлено специфічну структуру матриці P (рис. 2.) системи лінійних рівнянь для стаціонарних ймовірностей P_n можливих станів E_n марковського ланцюга (B.4) в матричному вигляді ($P \cdot \bar{P} = \bar{1}$), де P – матриця (q_{ij}) , $\bar{P}$ – вектор $(P_0, P_1, \dots, P_{N-1})$, $P_n = P(E_n)$, $\bar{1}$ – вектор $(1, 0, \dots, 0)$,

$$q_{i0} = 1, \quad (i = \overline{0, N-1}), \quad (2)$$

$$q_{ij} = p_{ij}, \quad 1 \leq j \leq N-1, \quad j-1 \leq i, \quad i \neq j, \quad (3)$$

$$q_{ii} = p_{ii} - I, \quad (i = \overline{1, N-1}), q_{ij} = 0, \quad 2 \leq j \leq N-1, i \leq j-1. \quad (4)$$

[illegible]

Рис. 2. Матрица P

На рисунку позначено $a_0=p_{0l}-l$, $a_l=p_{ll}-l$, ..., $a_k=p_{kl}-l$, $2 \leq k \leq N-M-2$.

Залежності для P_{ij} і структура матриці P дають можливість будовати алгоритм для визначення чисельних значень параметрів вищезгаданої СМО.

**5. Висновки**

Розроблено опис процесів в е-освіті на основі теорії мереж масового обслуговування, який дозволяє, по-перше, аналізувати якість ЕК, по-друге, враховувати тимчасові затримки при взаємодії викладача з учнями в режимі online, по-третє, аналізувати характеристики процесу проходження потоків запитів та повідомлень учнів, які впливають на строки освоєння ЕК.

Список використаних джерел

1. Полат, Е. С. Дистанционное обучение [Текст] / Е. С. Полат. – М.: Владос, 1998. – 190 с.
2. Лебедева, И. П. Математическое моделирование в педагогическом исследовании / И. П. Лебедева. – Перм. гос.пед. ун-т. СПб, 2003. – 122 с.
3. Баяндин, Д. Б., Система активных обучающихся сред «Виртуальная школа»: Методическое пособие для учителя и руководство по использованию программного продукта / Д. Б. Баяндин, О.И. Мухин. – Перм.техн.ун-т., 2002. – 72 с.
4. Арнольд, В. И. «Жесткие» и «мягкие» математические модели [Текст] / В. И. Арнольд. – М.: МЦНМО, 2000 – 300 с.
5. Феллер, В. Введение в теорию вероятности и её приложения [Текст] / В. Феллер ; пер. с англ. Ю.В.Прохорова. – М.: Мир, 1967. – Т. 2. – 756 с.
6. Гнеденко, Б. В. Введение в теорию массового обслуживания [Текст] / Б. В. Гнеденко, И. Н. Коваленко. – М.: Наука, 1966. – 432 с.
7. Busen, J. Computational algorithms for closed, queue networks with exponential serves [Текст] / J. Busen. // Communicationsof ACM. – 1973. – №16. – С. 527–531.
8. Мартин, Д. Системный анализ передачи данных [Текст] / Д. Мартин. – М.: Мир, 1975. – Т. 1 – 256 с.
9. Open, closed and mixed networks of queue with different classes of customers [Текст] / F.Baskett, K. Chandi, R. Munts, F. Palacios. // J. ACM. – 1975. – №22. – С. 248–260.
10. Клейнрок, Л. Теория массового обслуживания [Текст] / Л. Клейнрок. – М.: Машиностроение, 1979. – 432 с.
11. Тихонов, Ю. Л. Некоторые аспекты моделирования контроля знаний в дистанционном обучении [Текст]/ Ю. Л. Тихонов, О. В. Хмель. // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – 2007. – №4(110), ч. 2. – С. 197–201.
12. Тихонов, Ю. Л. Особенности экономических моделей в обучении [Текст] / Ю. Л. Тихонов, Е. Ю. Ксенофонтова. // Вісник Луганського національного педагогічного університету ім.Тараса Шевченка. – 2006. – №2(97). – С. 96–102.
13. Approximating the Pareto front of multi-criteria optimization problems [Текст] / J. Legriel, C. Guernic, S. Cotton, O. Maler // TACAS'10 Proceedings of the 16th international conference on Tools and Algorithms for the Construction and Analysis of Systems. – 2010. – С. 69–83.

References

- [1] Polat E.C. (1998). *Distancionnoe obuchenie*. Moscow : Vlados. [in Russian].
- [2] Lebedeva I.P. (2003). *Matematicheskoe Modelirovanie v pedagogicheskoy issledovanii*. Perm.gos.ped. universitet. SPB. [in Russian].
- [3] Bayandin D. B. & Muhin O.I. (2002) *Sistema aktivnykh obuchayuschih sred "Virtualnaya shkola": Metodicheskoe posobie dlya uchitelya I nrukovodstvo po ispolzovanie programmhogo produkta*. Perm.tehn.un-t. [in Russian].
- [4] Arnold V.I. (2000). *"Gestkie" i "myagkie" Matematicheskie Modeli*. Moscow : MCNMO. [in Russian].
- [5] Feller V. (1967). *Vvedenie v teoriyu veroyatnosti i ee prilogeniya*. Moscow : Mir. [in Russian].
- [6] Gnedenko B.V. & Kovalenko I.N. (1966). *Vvedenie v teoriyu massovogo obslugivaniya*. Moscow : Nauka. [in Russian].
- [7] Busen J. (1973). *Computational algorithms for closed, queue networks with exponential serves*. Communicationsof ACM, 16, 527–531. [in Russian].
- [8] Martin D. (1975). *Sistemnyy analiz peredachi dannyh*. Moscow : Mir. [in Russian].
- [9] F.Baskett, K. Chandi, R. Munts, F. Palacios. (1975). *Open, closed and mixed networks of queue with different classes of customers*. ACM, 22, 248–260.
- [10] Klejnrok L (1979). *Teoriya massovogo obslugivaniya*. Moscow : Mashinostroenie. . [in Russian].
- [11] Tihonov U. L. & Хмель О. V. (2007). *Nekotorye aspekty modelirovaniya kontrolya znaniy v distancionnom obuchenii. Visnik Shidnoukrainskogo Nacionalnogo universitetu imeni Volodimira Dalya*, 4(110), 197–201. [in Ukrainian].



- [12] Tihonov U. L. & Ksenofontova E. U. (2006). Osobennosti ekonomicheskikh modelej v obuchenii. *Visnik LNPУ imeni Tarasa Shevchenka*, 2(97, 96–102. [in Ukrainian].
- [13] Legriel J., Guernic C., Cotton S. & Maler O. (2010). Approximating the Pareto front of multi-criteria optimization problems. *TACAS'10 Proceedings of the 16th international conference on Tools and Algorithms for the Construction and Analysis of Systems*, C. 69–83. [in Russian].

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССОВ В Е-ОБРАЗОВАНИИ

В данной работе на основе анализа исследований и публикаций отмечается, что отличием социально-педагогических систем является малая по сравнению с моделями физических и экономических процессов формализация. Разработано описание процессов на основе теории сетей массового обслуживания и компьютерной онтологии, который позволяет, во-первых, анализировать качество ЭК, во-вторых, учитывать временные задержки при взаимодействии преподавателя с учениками в режиме online, в-третьих, анализировать характеристики процесса прохождения потоков запросов и сообщений учащихся, влияющих на сроки освоения.

Ключевые слова: методология, е-образование, ЭК, оценка знаний, уровень знаний, сеть массового обслуживания, компьютерная онтология.

Ф. 4. Рис. 2. Лит. 13.

MATHEMATICAL DESCRIPTION OF PROCESSES IN THE E-LEARNING

In this paper, based on the analysis of studies and publications, it is noted that the difference between social and pedagogical systems is a formalization in comparison with models of physical and economic processes. The description of processes in the e-education on the basis of the theory of mass maintenance networks and computer ontology is developed, which allows, firstly, to analyze the quality of the EC, and secondly, to take into account the time delays in the interaction of the teacher with the students in the online mode, and thirdly, analyze the characteristics of the process of passing the flow of requests and messages of students that affect the terms of development.

Keywords: methodology, e-education, EC, knowledge assessment, level of knowledge, mass service network, computer ontology.

F. 4. Fig. 2. Ref. 13.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Тихонов Юрій Леонтійович – кандидат технічних наук, доцент кафедри «ІТС», Луганського національного університету ім. Тараса Шевченка (пл. Гоголя, 1, м. Старобільськ, Луганська обл, 92703, Україна, e-mail: t2003i@mail.ru).

Тихонов Юрий Леонтьевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «ИТС», Луганского национального университета им. Тараса Шевченко (ул. Гоголя, 1, г. Старобельск, Луганская обл, 92703, Украина, e-mail: t2003i@mail.ru).

Tikhonov Yuriy – PhD, Associate Professor of the department "ITS", Lugansk National University named after. Taras Shevchenko (1 Gogol sq., Starobelsk town, Lugansk region, 92703, Ukraine, e-mail: t2003i@mail.ru).