

6. Monzingo, R. A., Miller, T. U. (1986). Adaptivnye antennnye reshetki. Vvedenie v teoriiu. Moskva: Radio i svjaz', 44.
7. Marchuk, L. A. (1991). Prostranstvenno-vremennaja obrabotka signalov v liniyah radiosvjazi. Leningrad: VAS, 136.
8. Lin, H. C. (1982). Correction to "Spatial Correlations in Adaptive Arrays." IEEE Transactions on Antennas and Propagation, 30 (6), 1268–1268. doi: [10.1109/tap.1982.1142929](https://doi.org/10.1109/tap.1982.1142929)
9. Popovskij, V., Barkalov, A., Titarenko, L. (2011). Control and Adaptation in Telecommunication Systems. Lecture Notes in Electrical Engineering, Springer Berlin Heidelberg, 173. doi: [10.1007/978-3-642-20614-6](https://doi.org/10.1007/978-3-642-20614-6)
10. Kosterev, M., Litvinov, V. (2016). Development of fuzzy statistical method of optimal resource allocation among technical departments of an electric utility company. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 3(4(81)), 20–27. doi: [10.15587/1729-4061.2016.70522](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.70522)

Надійшла (received) 10.11.2016

Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic descriptions

Аналіз впливу обмежень при реалізації методів просторово-часового доступу/ М. В. Москалець// Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси. – Харків : НТУ «ХПІ», 2016. – No 50(1222). – С.95–100. – Бібліогр.: 10 назв. – ISSN 2079-5459.

Анализ влияния ограничений при реализации методов пространственно-временного доступа/ Н. В. Москалец// Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси. – Харків : НТУ «ХПІ», 2016. – No 50(1222). – С.95–100. – Бібліогр.: 10 назв. – ISSN 2079-5459.

Analysis of influence implementation methods restricted spatial-time access/ M. V. Moskalets// Bulletin of NTU "KhPI". Series: Mechanical-technological systems and complexes. – Kharkov: NTU "KhPI", 2016. – No 50 (1222). – P.95–100. – Bibliogr.: 10. – ISSN 2079-5459.

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Москалець Микола Вадимович – кандидат технічних наук, доцент, Харківський національний університет радіоелектроніки, доцент кафедри інфокомунікаційної інженерії, пр-т Науки, 14, м Харків, Україна, 61166; е-пошта: moskalets1@yandex.ua

Москалец Николай Вадимович – кандидат технических наук, доцент, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, доцент кафедры инфокоммуникационной инженерии, пр-т Науки, 14, г. Харьков, Украина, 61166; e-mail: moskalets1@yandex.ua

Moskalets Mykola Vadymovych – candidate of technical sciences, associate professor, Kharkov National University of Radioelectronics, associate professor of the department of infocommunication engineering, avenue of Science, 14, Kharkov, Ukraine, 61166; e-mail: moskalets1@yandex.ua

УДК 004.891.3

О. Є. ІЛАРІОНОВ, Н. М. ІЛАРІОНОВА, П. М. СОРОКА

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕОРІЇ СВІДЧЕНЬ У АДАПТИВНИХ КУРСАХ КОРПОРАТИВНИХ СИСТЕМ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

Розглянуто перспективи застосування окремих математичних інструментів для адаптації курсів у корпоративних системах дистанційного навчання. Ідентифіковано особливості корпоративних систем дистанційного навчання – характеристики осіб, що навчаються, характеристики навчальних курсів та показники ефективності. Показано, що адаптація дистанційних курсів у таких системах повинна відбуватися передусім на основі аналізу компетенцій. Компетенції визначаються в результаті тестування та аналізу результатів тесту за допомогою теорії свідчень Демпстера-Шафера. Подальша адаптація курсів відбувається за допомогою моделі генерації контенту на основі компетенцій.

Ключові слова: теорія Демпстера-Шафера, навчальний профіль, адаптивні моделі, корпоративне дистанційне навчання, компетенції.

Рассмотрено перспективы использования отдельных математических инструментов для адаптации курсов в корпоративных системах дистанционного образования. Идентифицированы особенности корпоративных систем дистанционного образования – характеристики учащихся, характеристики учебных курсов и показатели эффективности. Показано, что адаптация дистанционных курсов в таких системах должна происходить прежде всего на основе анализа компетенций. Компетенции определяются в результате тестирования и анализа результатов теста при помощи теории свидетельств Демпстера-Шафера. Последующая адаптация курсов происходит при помощи модели генерации контента на основе компетенций.

Ключевые слова: теория Демпстера-Шафера, учебный профиль, адаптивные модели, корпоративное дистанционное образование, компетенции.

Perspectives to use some mathematical instruments to adapt e-learning courses in corporate area are considered. Analysis of corporate e-learning systems showed that the level of prior knowledge, skills, and abilities (competencies) of learners is one of the most important criteria effectiveness of education and should serve as a basis for courses customization. Pretest can be conducted using multiple choice questions where there is a relationship between questions and concepts, and this relationship has weights. The evidences obtained from pretest are combined using Dempster's combination rule to find the real level of competences of the learner. These values are used as an input in competency-based content generation model. The approach offered by the authors is not free of the drawbacks. First, any tests are associated with errors and mistakes. Also, there is a need of fuzzification of intervals obtained from evidence combinations. Content generation model requires a lot of learning objects that together with input profile might lead to issues with finding the optimal decision. Also, teachers should invest a lot of efforts to create appropriate test questions and learning objects.

Keywords: Dempster-Shafer theory, learning profile, adaptive models, corporate e-learning, competencies.

© О. Є. Іларіонов, Н. М. Іларіонова, П. М. Сорока. 2016

Вступ. На сьогодні існує значна кількість наукових праць, присвячених проблемі адаптації навчального матеріалу до навчального профілю осіб, що навчаються [1]. Особливо актуальним це питання стало у сфері дистанційного навчання, як відповідь на один із признаних недоліків цього виду навчання, що полягає у відсутності безпосереднього контакту із викладачем і, відповідно, можливості оперативно змінювати контент, його подачу, та взаємодію між різними учасниками навчального процесу у залежності від потреб слухачів.

Серед систем дистанційного навчання окреме місце займають корпоративні системи, до яких ставляться досить жорсткі умови щодо їх ефективності. Тому дистанційні курси повинні якомога повно адаптуватися під специфічні швидкозмінні потреби як компанії, так і осіб, що навчаються. Адже цільовою аудиторією корпоративних систем дистанційного навчання є дорослі особи з дуже різними потребами та характеристиками, найбільш вагомими з яких є попередній досвід і знання (компетентності, що формуються з різних предметних областей), навчальні цілі, стилі навчання (які класифікуються у відповідності до різних педагогічних теорій), мотивація, когнітивні характеристики та ін. [1]. Персоналізація дистанційного навчання передбачає визначення цих потреб та характеристик і подальшу адаптацію контенту (його типу і форми подачі), навігації та взаємодії [2]. При цьому виникає проблема занадто великої кількості комбінацій характеристик і, відповідно педагогічних сценаріїв [2].

Аналіз літературних даних та постановка проблеми. Особи, що навчаються дистанційно, поряд із загальноновизнаними перевагами та недоліками такого виду навчання, часто зазначають також низьку гнучкість, відсутність персоналізації та пристосування до їх потреб [3]. Тому все більшого поширення набувають адаптивні системи, під якими розуміють автономні інтерактивні системи, що пристосовують свою поведінку та функціональність до змін середовища. У дистанційному навчанні, адаптивні системи навчання змінюються у відповідь на зміни інтересів, знань та цілей осіб, що навчаються [4]. Перелік критеріїв, за якими може відбуватися адаптація, є досить широким: мета отримання інформації; рівень знань особи, що навчається; цілі навчання; яким засобом передачі інформації надаються переваги; стиль навчання, що визначається за різними моделями (модель Колба, модель Хані-Мамфорда, модель Фельдера-Сільвермана, модель Ла Гарандері [1], модель Майерс-Брігс [5] та ін.); групова динаміка; рівень мотивації; стиль навігації; когнітивні характеристики; педагогічні підходи та ін. Одне із останніх досліджень [6] показало, що навчальні стилі вважаються більш важливим критерієм адаптації навчальних курсів, ніж попередні знання.

Адаптація навчального середовища передбачає чітку організацію та детальний опис процесів у рамках трьох моделей: моделі предмету вивчення; моделі особи, що навчається; та моделі адаптації, у тому числі адаптації передачі контенту та взаємодії з особою, що навчається [7]. При цьому адаптація навчального процесу може бути розділена на чотири елементи [8]: адаптивний контент, адаптивна подача контенту, ада-

птивна навігація, та адаптивна взаємодія. Ефективність адаптивної навчальної системи значною мірою визначається тим, яка методологія використана для збору та аналізу інформації, що стосується навчальних цілей та характеристик осіб, що навчаються, а також наскільки добре ця інформація оброблена і формує адаптивну та інтелектуальну навчальну систему. Основні технології адаптації досліджені в [4], до них відносяться: машинне навчання та м'які обчислення, семантика та онтологія, гібридні технології, програмні додатки, та інші інноваційні технології. Значного поширення здобули такі технології штучного інтелекту як нечітка логіка, Байєсові мережі, нейронні мережі, та приховані Марковські моделі [9]. Ці технології застосовуються з метою детектування та зменшення проблем у осіб, що навчаються (наприклад, при взаємодії з навчальною системою учні втомлюються, розсіюється увага тощо); встановлення навчальних стилів; подання контенту; змін у навігації по сайту, тощо [4].

При цьому переважна більшість досліджень проводилася для осіб, що навчаються на бакалаврських програмах, тому перелік критеріїв адаптації підходить передусім для цих студентів. Робіт, присвячених моделюванню дистанційного навчального середовища для дорослих слухачів не так багато. Серед них слід відмітити працю [10], в якій запропоновано таксономію характеристик дорослих осіб, що навчаються: персональні характеристики, когнітивні характеристики, соціальні характеристики, попередні знання та досвід, персональні риси характеру, в тому числі стиль навчання, та емоційний стан. При цьому попередні знання та досвід (отримані у результаті професійної діяльності, життєвого досвіду, та формального навчання) є одним із найважливіших критеріїв для побудови ефективних адаптивних корпоративних систем навчання. Саме тому існує потреба у ідентифікації основних характерних особливостей корпоративних систем навчання, що, в свою чергу, визначають вимоги до характеристик адаптації, та обґрунтуванні і розробці ефективних, доступних та швидких інструментів адаптації.

Ціль та задачі дослідження. Метою дослідження є обґрунтування та розробка моделі застосування окремих математичних інструментів для адаптації курсів у корпоративних системах дистанційного навчання. Для досягнення поставленої мети потрібно виконати наступні завдання: ідентифікувати основні характерні особливості корпоративних систем навчання; сформулювати вимоги до адаптації корпоративних систем навчання; обґрунтувати вибір математичних інструментів для адаптації курсів; створити модель адаптації на основі обраного математичного інструменту.

Дослідження можливості застосування теорії свідчень у адаптивних курсах корпоративних систем дистанційного навчання. Корпоративне дистанційне навчання розвивається надзвичайно швидкими темпами. Ця тенденція спостерігається не лише за кордоном, а і в Україні. Так, за прогнозами компанії Technavio, у 2020 році світовий ринок корпоративного дистанційного навчання становитиме понад 31 млрд. дол. США завдяки середньорічному зростанню у понад 11% [11]. Підприємства, як великі, так і малі, розглядають дистанційне навчання як ефективне рішення

бюджетних обмежень і потреби підвищення продуктивності, адже зміна середовища ведення бізнесу та розвиток технологій сприяють запровадженню дистанційного навчання на заміну традиційним методам навчання. З іншого боку, все більше працівників усвідомлюють необхідність самоосвіти. Корпоративні системи дистанційного навчання відрізняються, передусім, за наступними ознаками (рис. 1):

1. Навчаються дорослі люди з дуже різними попередніми знаннями, мотивацією, досвідом. Компетенції (які ми визначаємо як сукупність навичок, знань, завдань та результатів навчання [12], що проявляються у реальній або близькій до реальної ситуації) таких

осіб дуже важко перевірити за допомогою звичайних тестів, адже ці компетенції сформовані у результаті дії значної кількості різноманітних факторів – робочого досвіду, життєвого досвіду та формального навчання. Для досягнення дорослими студентами так званого навчального потоку (стан зосередження, повного залучення і націленості на успіх [13]) та навчальних результатів найбільш важливими факторами є те, наскільки корисними вважаються знання / навички, які будуть отримані в результаті навчання та легкість використання системи [14]. Крім того, модель дорослих учнів повинна враховувати значну кількість критеріїв, про які вже йшла мова вище.



Рис. 1 – Характерні особливості корпоративних систем дистанційного навчання

2. Навчальні курси дуже практично орієнтовані, спрямовані на відпрацювання конкретних компетенцій, короткотермінові, мають вузьку предметну область та ін.

3. Показники ефективності системи – вклад результатів навчання у досягнення компанією стратегічних цілей, підвищення продуктивності, час, що витрачається на проходження курсу, окупність вкладень та ін.

Саме тому дистанційні курси у корпоративних системах дистанційного навчання повинні враховувати компетентнісний підхід та ефективно адаптуватися до потреб цільової аудиторії.

Підхід до побудови адаптивної системи дистанційного навчання на основі компетенцій та засобів штучного інтелекту запропоновано у роботі [15] – модель генерування контенту на основі компетенцій. Ця модель передбачає, що весь навчальний матеріал зберігається у вигляді навчальних об'єктів, що пов'язані з компетенціями, при цьому розрізняються вхідні та вихідні компетенції. Модель дозволяє за заданими наборами вхідних та вихідних компетенцій здійснити автоматичний відбір навчальних об'єктів і організувати їх у вигляді деревовидної структури, адаптованої під кожну особу, що навчається. Вхідний профіль особи, що навчається, будується на основі аналізу наявних компетенцій. Враховуючи значну кількість факторів, що впливають на побудову моделі особи, що навчається на корпоративних дистанційних курсах, виникає необхідність також і в пошуку ефективного способу зменшення кількості можливих навчальних профілів і необхідних педагогічних сценарі-

їв. До таких методів відноситься анкетування для визначення психологічних характеристик і стилю навчання та попереднє тестування для визначення наявних знань (компетенцій). Як уже зазначалося вище, для корпоративних дистанційних курсів саме наявні компетенції є одним із основних критеріїв, на основі якого доцільно здійснювати адаптацію курсів. На практиці, це відбувається або за допомогою співбесіди (яка часто дає дуже великий відсоток розбіжностей між оцінками різних експертів [10]), або за допомогою тестування з визначенням мінімального відсотку набраних балів. Так, автори в [16] пропонують проводити первинне тестування для визначення рівня знань у користувача за даною темою. При цьому відбувається поділ тем на дві множини – теми, які користувач не знає взагалі і теми, які користувач або знає достатньо, або повністю для того, щоб вивчати наступні теми. Але жоден з описаних вище підходів до попереднього тестування не відображає повну картину володіння компетенціями, адже ні загальна кількість балів, ні рівень знань окремих тем (які містять різні одиниці предметних областей) не показує, які саме одиниці предметних областей знає особа і наскільки добре вона володіє цими компетенціями.

На сьогодні оцінювання результатів тестування проводиться за допомогою різноманітних математичних апаратів, серед яких найбільше поширення мають інструменти класичної моделі та моделі прихованих факторів (Item Response Theory), що використовує модель Г. Раша та моделі Бірнбаума [17]. В класичній теорії результати тестування залежать від складності

завдань, а складність завдань – від вибірки осіб, що тестуються. У методах моделі прихованих факторів підсумковий бал визначається як результат сукупної взаємодії прихованих параметрів, а саме істинного рівня підготовки осіб і складності завдань. Сучасна теорія прихованих факторів оснований на теорії латентно-структурного аналізу – одного з основних методів, застосовуючи який можна визначити латентну ознаку, тобто визначити рівень здібностей особи на основі розроблених тестових завдань, різних за рівнем складності, що визначається емпіричним шляхом в ході тестування. При цьому вважається, що відповіді особи не залежать одна від одної, а ймовірність того, що при проходженні тесту особа дасть конкретну послідовність відповідей, дорівнює добутку ймовірностей відповідей на окремі запитання [17]. Також виходять з того, що знання одновимірні (один тест – один фактор – тест на інтелект) і два класи латентних параметрів,

від яких залежить ймовірність правильної відповіді на тестове завдання, – рівень підготовки особи і рівень складності завдання [17]. Але при цьому не враховуються перехресні знання (компетенції), які формуються з різних предметних областей, що є характерним для дорослих учнів.

Тому для побудови адекватних тестових питань та аналізу їх результатів можна застосувати теорію Демпстера-Шафера [18], яка дозволяє визначати ймовірність події (рівень знань) з урахуванням ступеню довіри, комбінуючи окремі докази (правильність відповідей на різні тестові запитання, які з різною вагою перевіряють знання різних одиниць предметної області). Тестові завдання вхідного тесту формулюються таким чином, щоб експерт (викладач) мав можливість пов'язати зміст питань з декількома одиницями предметних областей (поняттями, концепціями) за допомогою вагових коефіцієнтів [2] (рис. 2).

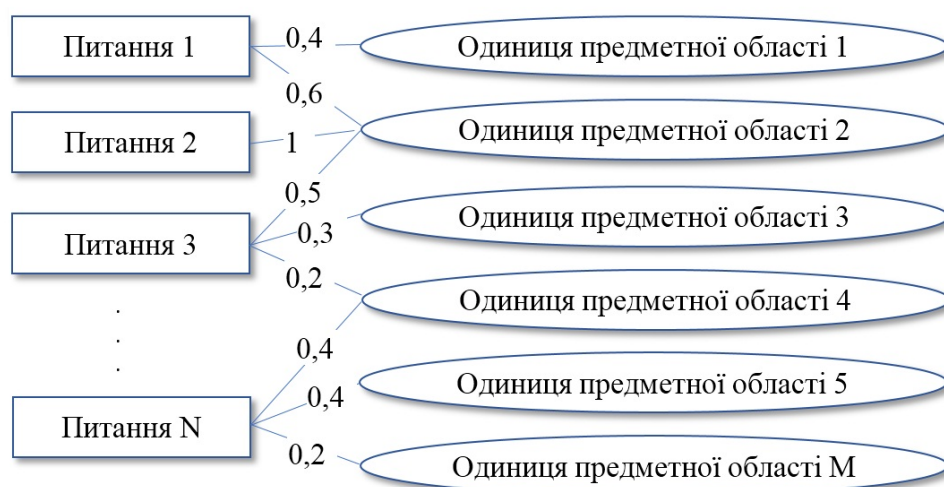


Рис. 2 – Відношення між питаннями попереднього тесту

Студент повинен використати знання різних концепцій (одиниць предметних областей) для того, щоб правильно відповісти на тестове питання. Кожна відповідь на питання дозволяє згрупувати знання особи, що навчається, у три групи – низький, середній та високий рівень.

Процес розробки моделі адаптації передбачає [2]:

1) збір фактів – свідчень про поточні знання окремих концепцій. Ці дані використовуються у якості індикаторів знань студентів з визначеною мірою довіри;

2) комбінація інформації (фактів) – результати, отримані з попереднього тестування, комбінуються згідно з правилом Демпстера. При цьому отримуються найбільш правдоподібні висновки і формуються інтервали довіри для визначення рівня невизначеності висновків;

3) створення моделі особи, що навчається – когнітивна модель студента використовує отримані висновки як початкові значення для адаптації.

Результати дослідження можливості застосування теорії свідчень у адаптивних курсах корпоративних систем дистанційного навчання. Аналіз

особливостей корпоративних систем дистанційного навчання показав, що рівень попередніх знань, вмінь і навичок осіб, що навчаються, є одним із найважливіших параметрів, які визначають ефективність подальшого навчання і служать критерієм персоніфікації курсів. Для перевірки початкового рівня володіння компетенціями доцільно застосовувати тестування, в якому окремі питання пов'язані з декількома одиницями предметних областей за допомогою вагових коефіцієнтів. Маючи зріз поточних знань (з визначеною мірою довіри), за допомогою комбінаційного правила Демпстера отримуються результати (рівень знань), які заслуговують найбільшій довіри. Також розраховуються інтервали довіри для визначення міри невизначеності висновків.

Одержані за допомогою теорії свідчень Демпстера-Шафера рівні володіння компетенціями стають достатньо достовірною основою для порівняння їх з навчальними цілями і визначення навчальних об'єктів та послідовності їх навчання (рис. 3). Порядок подачі матеріалу визначається рішенням класичної задачі задоволення обмежень за допомогою рою часток [15]

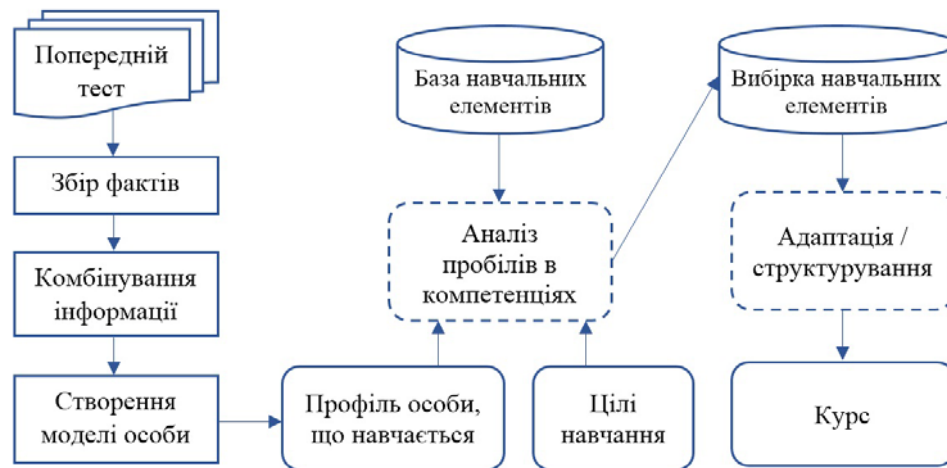


Рис. 3 – Адаптивна модель генерації контенту на основі компетенцій

Обговорення результатів дослідження можливості застосування теорії свідчень у адаптивних курсах корпоративних систем дистанційного навчання. Запропонований підхід до адаптації курсів у корпоративних системах дистанційного навчання на основі теорії свідчень Демпстера-Шефера дозволяє швидко та ефективно пристосовувати контент до одного із основних критеріїв, що відрізняють дорослих осіб, що навчаються – до їхнього рівня вхідних компетенцій. Одержані результати стають основою моделі адаптації на основі компетенцій. До недоліків запропонованого підходу слід віднести наступні. По-перше, результати будь-якого комп'ютерного тестування містять помилки і похибки, особливо якщо мова йде про тестування компетенцій, у тому числі вищих рівнів (за Блумом) навчальних цілей. Крім того, використання методу рою часток для пошуку оптимального порядку подачі навчального матеріалу може не мати математичного рішення. Збільшення загальної кількості навчальних елементів, тестових завдань та ін. також має як позитивні (збільшується довіра до отриманих результатів та зменшується невизначеність) і негативні (ускладнення пошуку рішення системою та збільшення навантаження на викладачів при підготовці навчальних матеріалів) для запропонованої моделі наслідки. У подальшому доцільно розглянути можливості застосування інших інструментів штучного інтелекту (наприклад, нечіткі множини другого типу) для аналізу результатів тестування та провести експериментальні дослідження ефективності запропонованого підходу до адаптації.

Висновки. В результаті проведених досліджень встановлено, що при побудові ефективних систем корпоративного дистанційного навчання доцільно застосовувати адаптацію курсів, що базується на попередніх знаннях, вміннях та навичках особи, що навчається. Це дозволяє максимально врахувати попередній досвід та компетенції, які відносяться до різних предметних галузей.

Проведення попереднього тестування та аналіз результатів за допомогою інструментів теорії Демпстера-Шафера дозволяє сформулювати показник навчального профілю цих осіб – рівень попередніх знань, – з урахуванням рівня знань окремих одиниць предметної області

і використати цей профіль для адаптації контенту під поточний рівень володіння компетенціями. Подальша адаптація повинна враховувати як потенційні помилки та похибки у визначенні початкового рівня знань, так і інші характеристики навчального профілю осіб, що навчаються.

Список літератури:

1. Essalmi F. A fully personalization strategy of e-learning scenarios [Text] / F. Essalmi, L. Ayed, M. Jemni, S. Graf // Computers in Human Behavior. – 2010. – № 26 (4). – P. 581–591. doi: [10.1016/j.chb.2009.12.010](https://doi.org/10.1016/j.chb.2009.12.010)
2. Esichaikul V. Student modelling in adaptive e-learning systems [Текст] / V. Esichaikul, S. Lamnoi, C. Bechter // Knowledge management and e-learning: An international journal. – 2011. – Vol 3. – N. 3. – P.342-355
3. Mahajan R. Web usage mining for building an adaptive e-learning site: a case study [Текст] / R. Mahajan, J. S. Sodhi, V. Mahajan // International journal of e-education, e-business, e-management and e-learning. – 2014. – № 4 (4). – P. 283–291. doi: [10.7763/ijeeec.2014.v4.343](https://doi.org/10.7763/ijeeec.2014.v4.343)
4. Kardan, A. Adaptive systems: a content analysis on technical side for e-learning environments [Текст] / A. Kardan, M. Aziz, M. Shahpasand // Artificial intelligence review. – 2015. – № 44(3). – P. 365–391. doi: [10.1007/s10462-015-9430-1](https://doi.org/10.1007/s10462-015-9430-1)
5. Halawa M. Personalized e-learning recommendation model based on psychological type and learning style models [Текст] / M. Halawa, E. Hamed, M. Shehab // IEEE Seventh international conference on intelligent computing and information systems. – 2015. – P. 577–583. doi: [10.1109/intelcis.2015.7397281](https://doi.org/10.1109/intelcis.2015.7397281)
6. Thalmann, S. Adaptation criteria for the personalized delivery of learning materials: a multi-stage empirical investigation [Текст] / S. Thalmann // Australian journal of education technology. – 2014. – № 30 (1). – P. 45–60. doi: [10.14742/ajet.235](https://doi.org/10.14742/ajet.235)
7. Truong H. Integrating learning styles and adaptive e-learning system: current developments, problems and opportunities [Текст] / H. Truong // Computers in human behavior. – 2016. – № 55. – P. 1185–1193. doi: [10.1016/j.chb.2015.02.014](https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.02.014)
8. Modritscher F. Enhancement of SCORM to support adaptive e-learning within the scope of the research project AdeLE [Текст] / F. Modritscher, C. Gult, B. Garsia, H. Maurer // Proceedings of World Conference on E-Learning. – 2004. – P. 2499–2505. Available at: <http://bernstein.iicm.tugraz.at:8080/about/Homepages/cguetl/publications/2004/Modritscher%20et%20al.%202004%20-%20ELEARN.pdf>
9. Almohammadi K. User-centric adaptive learning system based on interval type-2 fuzzy logic for massively crowded e-learning platforms [Текст] / K. Almohammadi, H. Hagra, D. Alghazzaawi, G. Aldabbagh // Journal of Artificial Intelligence and Soft Computing Research. – 2016. – Vol. 6, No. 2. – P.81–101
10. Abyaa A. Towards an adult learner model in an online learning environment [Текст] / A. Abyaa, M. K. Idrissi, S. Bennani // IEEE

- 15th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training. – 2016. – P. 1–6.
11. E-learning market trends and forecast 2017-2021 [Electronic resource] / DOCEBO. – Available at: <https://www.docebo.com/elearning-market-trends-report-2017-2021/>
12. IMS Reusable Definition of Competency or Educational Objective - Best Practice and Implementation Guide Version 1.0 Final Specification [Electronic resource] / IMS Global Learning Consortium. – 2002. Available at: https://www.imsglobal.org/competencies/rdceov1p0/imsrdceo_bestv1p0.html
13. Csikszentmihalyi M. Flow: the psychology of optimal experience [Текст] / M. Csikszentmihalyi. – New York : Harperperennial. – 1990. – 320 p.
14. Joo, Y. J. A model for predicting learning flow and achievement in corporate e-learning [Текст] / Y. J. Joo, K. Y. Lim, S. M. Kim // Journal of Educational Technology & Society. – 2012. – № 15 (1). – P. 313–335. Available at: <https://search.proquest.com/docview/1287024892?accountid=131940>
15. Marcos L. Competency-based Learning Object Sequencing using Particle Swarms [Electronic resource] / L. Marcos, C. Pages, J. J. Martinez, J. A. Gutierrez. // Tools in Artificial Intelligence. – Available at: https://www.intechopen.com/books/tools_in_artificial_intelligence/competency-based_learning_object_sequencing_using_particle_swarms. doi: 10.5772/6091
16. Несміян Ю. Ю. Про підхід до створення моделі користувача в адаптивній системі навчання [Текст] / Ю. Ю. Несміян, М. С. Широкопетлієва // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2010. – № 4/2 (46). – С. 60–63 Режим доступу: <http://journals.uran.ua/eejet/article/view/2931/2734>
17. Мазорчук М. С. Методы и модели анализа качества тестовых заданий и моделирование компьютерного адаптивного тестирования в системах дистанционного обучения [Текст] / М. С. Мазорчук, В. С. Добряк, П. С. Емельянов // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. – 2016. – № 73. – С. 103–117
18. Люгер Д. Ф. Искусственный интеллект. Стратегии и методы решения сложных проблем [Текст] / Д. Ф. Люгер. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. – 864 с.
- Information Systems (ICICIS). 577–583. doi: 10.1109/intelcis.2015.7397281
6. Thalmann, S. (2014). Adaptation criteria for the personalised delivery of learning materials: A multi-stage empirical investigation. Australasian Journal of Educational Technology, 30 (1), 45–60. doi: 10.14742/ajet.235
7. Truong, H. M. (2016). Integrating learning styles and adaptive e-learning system: Current developments, problems and opportunities. Computers in Human Behavior, 55, 1185–1193. doi: 10.1016/j.chb.2015.02.014
8. Modritscher, F. Gult, C., Garsia, B., Maurer, Y. (2004). Enhancement of SCORM to support adaptive e-learning within the scope of the research project AdeLE. Proceedings of World Conference on E-Learning, 2499–2505. Available at: <http://bernstein.iicm.tugraz.at:8080/about/Homepages/cguetl/publications/2004/Moedritscher%20et%20al.%202004%20-%20ELEARN.pdf>
9. Almohammadi K., Hagraas H., Alghazzaawi, D., Aldabbagh, G. (2016). User-centric adaptive learning system based on interval type-2 fuzzy logic for massively crowded e-learning platforms. Journal of Artificial Intelligence and Soft Computing Research, 6 (2), 81–101.
10. Abyaa, A., Idrissi, M. K., Bennani, S. (2016). Towards an adult learner model in an online learning environment. IEEE 15th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training, 1–6. doi: 10.1109/ithet.2016.7760735
11. E-learning market trends and forecast 2017-2021. (2016). DOCEBO. Available at: <https://www.docebo.com/elearning-market-trends-report-2017-2021/>
12. IMS Reusable Definition of Competency or Educational Objective - Best Practice and Implementation Guide Version 1.0 Final Specification. (2002). IMS Global Learning Consortium. Available at: https://www.imsglobal.org/competencies/rdceov1p0/imsrdceo_bestv1p0.html
13. Csikszentmihalyi, M. (1990). Flow: the psychology of optimal experience. New York : Harperperennial
14. Joo, Y. J., Lim, K. Y., Kim, S. M. (2012). A model for predicting learning flow and achievement in corporate e-learning. Journal of Educational Technology & Society, 15 (1), 313–335. Available at: <https://search.proquest.com/docview/1287024892?accountid=131940>
15. Marcos, L., Pages, C., Martinez, J. J. Gutierrez, J. A. (2008). Competency-based Learning Object Sequencing using Particle Swarms. Tools in Artificial Intelligence. Available at: https://www.intechopen.com/books/tools_in_artificial_intelligence/competency-based_learning_object_sequencing_using_particle_swarms. doi: 10.5772/6091
16. Nesmiiian, Yu.Yu., & Shyroketpetlieva M.S. (2010). Pro pidkhdid do stvorennia modeli korystuvacha v adaptivnii systemi navchannia. Eastern European Journal of Enterprise Technologies, 4 (2 (46)), 60–63. Available at: <http://journals.uran.ua/eejet/article/view/2931/2734>
17. Mazorchuk, M. S., Dobriak, V. S., Emelianov, P. S. (2016). Metody i modeli analiza kachestva testovykh zadaniy i modelirovanie kompiuternoho adaptivnogo testirovaniia v systemakh dystantsyonnoho obucheniia. Otkrytye informatsyonnye i kompiuternye integrirovannye tekhnologii, 73, 103–117
18. Liuger D. F. (2003). Iskusstvennii intellekt. Stratehii i metody resheniya slozhnykh problem, Moscow: Izdatelskyi dom «Viliams», 864.

Bibliography (transliterated):

1. Essalmi, F., Ayed, L. J. B., Jemni, M., Kinshuk, Graf, S. (2010). A fully personalization strategy of E-learning scenarios. Computers in Human Behavior, 26 (4), 581–591. doi: 10.1016/j.chb.2009.12.010
2. Esichaikul, V., Lamnoi, S., & Bechter, C. (2011). Student modelling in adaptive e-learning systems. Knowledge management and e-learning: An international journal, 3(3), 342–355
3. Mahajan, R. (2014). Web Usage Mining for Building an Adaptive e-Learning Site: A Case Study. International Journal of e-Education, e-Business, e-Management and e-Learning, 4 (4), 283–291. doi: 10.7763/ijee.2014.v4.343
4. Kardan, A. A., Aziz, M., Shahpasand, M. (2015). Adaptive systems: a content analysis on technical side for e-learning environments. Artificial Intelligence Review, 44 (3), 365–391. doi: 10.1007/s10462-015-9430-1
5. Halawa, M. S., Hamed, E. M. R., Shehab, M. E. (2015). Personalized E-learning recommendation model based on psychological type and learning style models. 2015 IEEE Seventh International Conference on Intelligent Computing and

Надійшла (received) 03.11.2016

Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic descriptions

Застосування теорії свідчень у адаптивних курсах корпоративних систем дистанційного навчання/ О. Є. Іларіонов, Н. М. Іларіонова, П. М. Сорока// Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси. – Харків : НТУ «ХПІ», 2016. – No 50(1222). – С.100–106. – Бібліогр.: 18 назв. – ISSN 2079-5459.

Использование теории свидетельств в адаптивных курсах корпоративных систем дистанционного образования/ О. Е. Иларионов, Н. Н. Иларионова, П. Н. Сорока// Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси. – Харків : НТУ «ХПІ», 2016. – No 50(1222). – С.100–106. – Бібліогр.: 18 назв. – ISSN 2079-5459.

Evidence theory in adaptive corporate e-learning systems/ O. Ilarionov, N. Ilarionova, P. Soroka//Bulletin of NTU “KhPI”. Series: Mechanical-technological systems and complexes. – Kharkov: NTU “KhPI”, 2016. – No 50 (1222).– P.100–106. – Bibliogr.: 18. – ISSN 2079-5459.

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Іларіонов Олег Євгенович – кандидат технічних наук, доцент, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, доцент кафедри «Інтелектуальних та інформаційних систем»; вул. Володимирська, 60, м. Київ, Україна, 01033; e-mail: oilarionov@gmail.com.

Іларіонова Ніна Миколаївна – кандидат економічних наук, доцент, Вищий навчальний заклад «Університет економіки та права «КРОК», доцент кафедри «Міжнародних економічних відносин»; вул. Лагерна 30-32, м. Київ, Україна, 03113; e-mail: ilarionovanm@gmail.com.

Сорока Петро Миколайович – кандидат фізико-математичних наук, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, доцент кафедри інтелектуальних та інформаційних систем; вул. Володимирська, 60, Київ, 01601; e-mail: p_soroka@ukr.net.

Иларонов Олег Евгеньевич – кандидат технических наук, доцент, Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, доцент кафедры «Интеллектуальных и информационных систем»; ул. Владимирская, 60, г. Киев, Украина, 01033; e-mail: oilarionov@gmail.com.

Иларionova Нина Николаевна – кандидат экономических наук, доцент, Высшее учебное заведение «Университет экономики и права «КРОК», доцент кафедры «Международных экономических отношений»; ул. Лагерная, 30-32, г. Киев, Украина, 03113; e-mail: ilarionovanm@gmail.com.

Сорока Петр Николаевич – кандидат физико-математических наук, Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, доцент кафедры интеллектуальных та информационных систем; ул. Владимирская, 60, Киев, Украина, 01601; e-mail: p_soroka@ukr.net.

Ilarionov Oleg – PhD, associate professor, Kyiv National University named after Taras Shevchenko; Volodymyrska str., 60, Kyiv, Ukraine, 01601; e-mail: oilarionov@gmail.com.

Ilarionova Nina – PhD, associate professor, KROK University; Lagerna str., 30-32, Kyiv, Ukraine, 03113; e-mail: ilarionovanm@gmail.com.

Soroka Petro – PhD, associate professor, Taras Shevchenko national university of Kyiv, Volodymyrska str., 60, Kyiv, Ukraine, 01601; e-mail: p_soroka@ukr.net.

УДК 338+519.2+658

П. М. СОРОКА, О. Є. ІЛАРІОНОВ

ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ЗА ДОПОМОГОЮ ДЕРЕВА РІШЕНЬ

Розглядається моделювання задачі вибору рішень в умовах невизначеності за допомогою дерева рішень. Описана суть дерева рішень. Наведено етапи, які у загальному випадку припускає процес прийняття управлінських рішень за допомогою дерева рішень. Вказано переваги та недоліки методу дерева рішень. У статті за допомогою дерева рішень розв’язані такі задачі: задача вибору менеджером з маркетингу рішення приймати чи не приймати нову етикетку; задача вибору підприємством постачальника виробів; задача прийняття керівництвом підприємства стратегічного рішення щодо створення для випуску нової продукції великого підприємства, малого підприємства чи продати патент.

Ключові слова: прийняття рішень в умовах невизначеності, дерево рішень, маркетинг, виробничий менеджмент, стратегічний менеджмент.

Рассматривается моделирование задачи выбора решений в условиях неопределенности с помощью дерева решений. Приведены этапы, которые в общем случае допускает процесс принятия управленческих решений с помощью дерева решений. Указано на преимущества и недостатки метода дерева решений. В работе с помощью дерева решений решены следующие задачи: задача выбора менеджером с маркетинга решения принимать или не принимать новую этикетку; задача выбора предприятием поставщика изделий; задача принятия руководством предприятия стратегического решения о создании для выпуска новой продукции большого предприятия, малого предприятия или продать патент.

Ключевые слова: принятие решений в условиях неопределенности, дерево решений, маркетинг, производственный менеджмент, стратегический менеджмент.

The simulation of problem of chooses decision under uncertainty using decision tree is considered. Phases are given which are permitted in general a process of decision support with help of decision tree. It is indicated on advantages and shortcomings of method decision tree. In article with help of decision tree such tasks are solved: the task of choose by marketing manager of decision to take or no to take a new tag; the task of choose by enterprise of supplier of factory-made goods; the task of taking by management of enterprise of strategic decision about creation for issue a new product a big business, small business or to sale a patent. It was conducted the analysis of decision every tasks. On the grounds of this analysis it was draw conclusions in the end of decision every tasks.

Keywords: decision making under uncertainty, decision tree, marketing, production management, strategic management.

© П. М. Сорока, О. Є. Іларіонов. 2016