УДК 378.147
©Лазарєв М. І., Шматков Д. І.

РОЗРОБКА МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ НЕРУЙНІВНОГОКОНТРОЛЮ ЯК ІННОВАЦІЙНИЙ ПРОЦЕС

Постановка проблеми. Сучасний етап економічного розвитку України поряд з оновленням зношеного та застарілого обладнання вимагає пошуку резервів продовження термінів його експлуатації за рахунок модернізації і діагностування фактичного стану без зупинки виробництва. Розв'язання цих, а також багатьох інших завдань діагностики та контролю можливе за допомогою засобів неруйнівного контролю.

У зв'язку з цим навчальні плани підготовки інженерів та інженерів-педагогів різного профілю поповнюються дисциплінами, пов'язаними з вивченням методів і способів визначення залишкових ресурсів функціонуючих технічних пристроїв, діагностуванням та моніторингом поведінки різноманітних об'єктів, що передбачає вивчення засобів здійснення цієї діяльності – неруйнівного контролю. На формування вмінь та знань у цій галузі звертають увагу при розробці стандартів, зокрема освітньо-кваліфікаційних характеристик, освітньо-професійних програм тощо багатьох технічних навчальних закладів.

«Неруйнівний контроль» є обов'язковою дисципліною для студентів метрологічного спрямування, а окремі його питання висвітлюються в курсах деяких технічних дисциплін для студентів інших напрямів. Навчальний матеріал із цього напряму має великий об'єм, який постійно зростає. Так, неруйнівний контроль об'єднує дев'ять видів контролю та сотні методів. Для цієї предметної галузі є характерною наявність великої кількості міждисциплінарних зв'язків з іншими метрологічними дисциплінами, загальною фізикою, матеріалознавством тощо. Але дисципліна не повністю отримує достатнє методичне забезпечення з урахуванням потреб сьогодення.

У зв'язку з цим, постає актуальна проблема розробки ефективної методики навчання неруйнівного контролю, тобто створення інноваційного процесу в цій галузі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.З огляду на проблеми, що постають перед розробниками методики навчання неруйнівного контролю, на нашу думку, доцільно звернутися до галузі когнітивної науки (рос. – когнитивистика; англ. – cognitivescience). Цей міждисциплінарний напрямок, що об'єднує в собі елементи педагогіки, штучного інтелекту, антропології, психології, філософії, нейрофізіології та лінгвістики, спрямовується на створення біологічно правдоподібних методів пізнання [1]. Також когнітивна наука широко пропонується під назвою «штучний інтелект у навчанні» [2].

Моделі подання знань із галузі штучного інтелекту в навчанні мають у перспективі широкі можливості за їх застосування в навчанні технічних дисциплін. Найбільшої уваги заслуговують мережеві моделі, а конкретніше – каузальні мережі. Ці мережі відображають причинно-наслідковий зв'язок між елементами мережі та можуть бути імплікаційними (присутній бінарний логічний зв'язок)[3].

Розуміння причинної обумовленості було головним питанням обговорення протягом часу: від «паралелізму причин і умов» Будди, категорій причин Аристотеля та Ф. Аквінського до виділення Д. Юмом найважливішого впливу розуміння причинно-наслідкових зв'язків, яке допомагає пояснювати й пророкувати поводження речей для керування ними, «рибної кістки», як методу структурного аналізу причинно-наслідкових зв'язків К. Ішикави та основних принципів причин-наслідків для простого інтуїтивного процесу рішення проблем Д. Л. Гейно [4]. Причинне мислення – процес розуміння причин конкретного випадку, за рахунок чого постає можливість управляти ними у власних інтересах.

Можливість зробити висновок про причинно-наслідкові зв'язки має «важливе значення для наукового мислення, а також є основою для навчання розумним діям у повсякденній діяльності»[5, с. 454].

У дослідженнях європейських та американських вчених виділяються такі напрями методології каузального навчання: роботи загальнотеоретичного характеру з відповідної проблематики [6; 7]; проблеми та шляхи вдосконалення методик навчання студентів [8; 9] та дітей дошкільного віку [5;10]; каузальні процеси мислення людей [4;11; 12]. Подібні підходи в основному базуються на математично обґрунтованих комп'ютерних моделях. В більшості цих автентичних підходів акцент робиться на вдосконаленні інтелектуальних процесів.

Але всі вищезазначені підходи, що полягають у використанні алгоритмів розумової діяльності, повинні бути адаптованими до певної предметної галузі. Метод навчання неруйнівного контролю, заснований на каузальних мережах, повинен відповідати специфіці цієї предметної галузі.

Під час розробки конкретної методики необхідно врахувати всі складові такого інноваційного процесу, що позначаться на її ефективності.

Постановка завдання. Метою статті є аналіз складових розробки методики навчання неруйнівного контролю майбутніх інженерів-педагогів як інноваційного процесу.

Виклад основного матеріалу. У результаті досліджень [13]зроблено висновок про необхідність розробки ефективної методики навчання неруйнівного контролю майбутніх інженерів-педагогів за умов відображення містких інформаційних блоків, що є характерними для даної предметної галузі, та дотримання нормативних вимог, що регламентуються освітніми стандартами з питань тем змістових модулів, необхідного часу на навчання, рівнів формування вмінь та знань.

Виявлено, що моделі змісту з галузі штучного інтелекту в навчанні відповідають основним дидактичним принципам, що свідчить про можливість їхнього використання в навчальному процесі. Мережеві та фреймові моделі є найбільш універсальними та прийнятними для обробки їх людиною. Крім того, вони знаходять використання у сучасній педагогічній практиці. Моделі порівняні критеріями простоти побудови, можливості відображення семантики предметної галузі, формалізованості, доступності тощо. У результаті порівняння, визначено, що для навчання неруйнівного контролю доцільно використовувати різновиди семантичних мереж, а саме: мережі з каузальними зв'язками для відображення змісту предметної галузі. Це зумовлюється тим, що за умови їх використання постає можливість відображення відповідних предметних знань та причинно-наслідкових зв'язків тріади містких умовних інформаційних блоків «Фізичні основи – Схема пристрою – Методика використання», які є характерними для неруйнівного контролю, за дотримання нормативних вимог, що регламентуються освітніми стандартами з питань тем змістових модулів, необхідного часу на навчання, рівнів формування вмінь та знань.

Для розробки каузальних мереж до тем предметної галузі використано вдосконалений алгоритм текстологічного методу отримання знань, що включає такі дії: складання «базового» списку достовірної авторитетної літератури для ознайомлення з предметною галуззю окремої теми неруйнівного контролю та читання за списком; вибір текстів для витягання знань; перше знайомство з текстами (поверхове прочитання), для визначення знайомих слів – консультації зі спеціалістами або залучення довідникової літератури; визначення місцезнаходження зв'язків тріади «Фізичні основи – Схема пристрою – Методика використання»; уважне прочитання тексту з виписуванням ключових слів та виразів, що відносяться до кожного з блоків; визначення причинно-наслідкових зв'язків між ключовими словами, розробка макроструктури тексту у формі графу або стислого тексту (реферату); виокремлення з подальшим видаленням понять, що не перебувають у зв'язках з іншими поняттями, не відображають специфіку теми чи є однотипними для декількох тем; формування поля знань на основі макроструктури тексту з використанням графічних елементів.

Розглянуті передумови дозволили обґрунтувати та розробити комплексний метод навчання, що:

- базується на гнучкому врахуванні та узгодженні вимог державних стандартів вищої освіти щодо змісту та часу на навчання;

- дозволяє забезпечити ефективне досягнення відповідних рівнів сформованості вмінь та знань студентів;

- через урахування основних концептів проблемного навчання (стосовно видів проблемних ситуацій, правил та способів їхнього створення) спрямовується на оволодіння студентами відповідними знаннями стосовно способів дій у майбутній професійній діяльності;

- забезпечує поєднання проблемного та діяльнісного навчання, яке здійснюється через використання замкнутих каузальних мереж, що відображають міжблочні зв’язки фізичних основ, схем пристроїв, методик їх використання, для пошуку і знаходження відповідей на завдання різних рівнів складності, що дозволяє впливати на додаткові канали сприйняття, формувати здатність до розвитку нових напрямів мислення та призводить до збільшення дидактичної ефективності.

Комплексний метод навчання неруйнівного контролю з використанням каузальних мереж, що формує у студентів всебічне засвоєння конкретної предметної галузі, впливає на додаткові канали сприйняття, збільшує ефективність витраченого часу на вивчення тем та є природним, має можливості висвітлення будь-яких тем неруйнівного контролю, охоплює інструментарій формування ознайомчо-орієнтовного, понятійно-аналітичного та продуктивно-синтетичного рівнів сформованості знань.

Комплексний метод навчання через усвідомлення причинно-наслідкових зв'язків між ключовими поняттями кожної теми та логічного структурування отриманої інформації забезпечує оволодіння знаннями та вміннями на всіх рівнях їх сформованості.

Аналіз відомих засобів навчання, що застосовуються в галузі когнітивістики виявив, що серед асоціативних, концептуальних та когнітивних карт найбільш адаптованими до відображення каузальних зв’язків є когнітивні карти. Цей засіб має такі особливості: мережева структура, що відрізняє їх від асоціативних карт; дуги (зв'язки) відображають тільки каузальні зв'язки; у вузлах зазвичай перебувають фрази-описи ідей; використовуються два типи вершин: моно- та біполярні («ідеї-антоніми»); не заперечується можливість негативних зв'язків. Тому для подання предметної галузі неруйнівного контролю запроваджено використання когнітивних карт із каузальними мережами, у якості змістової складової засобів навчання. Когнітивні карти, окрім мереж, можуть містити різноманітні ілюстрації, схеми, формули та інші елементи візуалізації.

Розглянемо розроблену методику навчання неруйнівного контролю через призму інноваційного процесу. Професор Массачусетського технологічного інституту, Ю. Е. Фіцджеральдобґрунтованостверджує, що цей процес складається з трьох основних складових, а саме: технології, реалізації та ринку (рис.), що є відображенням «фізичної» та «людської» галузей[14].

Рисунок – складові інноваційного процесу

Так, «Технологія» включає в себе ті аспекти інноваційної ідеї, які об'єктивно перевіряються науковими методами: закономірності, властивості матеріалів та самі матеріали, склади, конструкції, ІТ тощо[14, с. 19].

«Реалізація» включає в себе все, що має статися між технологіями і ринком для поєднання цих двох складових інноваційного процесу[14, с. 20]. Вона містить все необхідне, що потрібно для створення функціональної реальності інновації: від форм і методів виробництва і розподілу в контексті структури галузі, до захисту прав інтелектуальної власності, розробки бізнес-моделі, дослідження операцій і так далі.

Ринкова складова включає в себе: людей і організації, які будуть використовувати інновації; вигоди, які вони можуть очікувати від неї та інші психологічні аспекти; прибуток від продажу інновацій; «бізнес для бізнесу» [14, с. 20].

Кількість елементів складових залежить від ступеню деталізації та рівня дотримання ієрархії.

Технологія (у згаданому розумінні) методики навчання неруйнівного контролю майбутніх інженерів-педагогів із використанням каузальних мереж містить такі елементи:

- предметна галузь неруйнівного контролю (блоки «Фізичні основи»,«Схема пристрою»,«Методика використання», ілюстрації,схеми, формули тощо);
- метод навчання (запитання репродуктивного характеру та проблемні завдання, алгоритм розв’язання тощо)
- галузь когнітивної науки (штучний інтелект, бази знань, каузальні мережі, когнітивні карти, форма відображення блоків, спрямованість зв’язків від причин до наслідків, ІТ).

Реалізація, відповідно, складається з таких елементів:

- система освіти (її структура – вища, державні стандарти – навчальні плани, освітньо-кваліфікаційні характеристики, освітньо-професійні програми);
- модель та стратегія захисту прав інтелектуальної власності (патенти на винахід чи корисну модель, промисловий зразок [15], свідоцтва про реєстрацію авторського права [16])
- створення інформаційних блоків, текстологічний метод витягання знань;
- побудова міжблочних та внутрішньоблочних зв’язків;
- застосування програмних засобів для створення когнітивних карт;
- зворотній зв'язок.

Ринком виступає «навчання майбутніх інженерів-педагогів», тобто заклади вищої освіти. Хоча такі заклади є неприбутковими, «… вони вже давно стали підприємницькими структурами» [17, с. 187]. Таким чином, цей ринок можливо ще й розглядати як «бізнес для бізнесу» за умови надання освітніх послуг, наприклад, приватним закладам післядипломної освіти в галузі неруйнівного контролю металообробок та металовиробництва, енергетики, хімії та нафтохімії тощо.

Кожний елемент цих трьох складових характеризується своїми методами дослідження, а також рівнями невизначеності для розробників методики навчання, які можна виразити у чисельній формі. У процесі ітерації (комплексу специфічних заходів, що повторюється протягом усього інноваційного циклу, результатом яких є активне формування як самої продукції або послуги, так і майбутніх ринків для її їспоживання[18]) відбувається зниження рівнів невизначеностей розробленої методики навчання неруйнівного контролю майбутніх інженерів-педагогів із використанням каузальних мереж. Так, з початку роботи над дослідженням рівні невизначеностей за суб’єктивною оцінкою розробників зменшилися майже в 2 рази. Зниження цих показників знайшло об’єктивне відображення [13] у підвищенні якості навчання майбутніх інженерів-педагогів. Характеристикою такого інноваційного процесу є те, що під час усунення невизначеності одного елемента методики навчання з використанням певних методів дослідження, у більшості випадків відбувається зменшення рівнів невизначеностей ще й декількох інших елементів.

Висновки. Отже, в результаті розробки методики навчання неруйнівного контролю майбутніх інженерів-педагогів із використанням каузальних мереж як інноваційного процесу, визначено елементи, що складають галузі технології, реалізації та ринку. Встановлено можливість застосування певних методів дослідження кожного елементу. Встановлено можливість зниження рівнів невизначеностей елементів у процесі ітерації.

Перспективи подальших досліджень. Виконане дослідження не вирішує всіх аспектів підвищення ефективності навчання неруйнівного контролю. Потребує додаткових досліджень та розширення питання зниження рівнів невизначеностей елементів цього інноваційного процесу.

Список використаних джерел:

1. 1.Thagard P. Cognitive science : the Stanford encyclopedia of philosophy [Electronic resource]/ P. Thagard ; E. N. Zalta (ed.). – Fall 2008 Edition. – Access mode : http://plato.stanford.edu/archives/fall2008/entries/cognitive-science/
2. Атанов Г. О. Знання як засіб навчання : навч. посібник / Г. О. Атанов. – К.: Кондор, 2008. – 236 с.
3. Аверкин А. Н. Толковый словарь по искусственному интеллекту / А. Н. Аверкин, М. Г. Гаазе-Рапопорт, Д. А. Поспелов. – М. : Радио и связь, 1992. – 256 с.
4. Gano D. L. Apollo root cause analysis – a new way of thinking / D. L. Gano. – 3-rd ed. – Huston: Apollonian Publications, 2007. – 178 p.
5. Steyvers M. Inferring causal networks from observationsand interventions / M. Steyvers, J. B. Tenenbaum, E.-J. Wagenmakers[et al.]// Cognitive science. – 2003. – Vol. 27, N 3. – P. 453–489.
6. Oxford handbook of causation / H. Beebee, C. Hitchcock, P. Menzies (Eds.). – Oxford: Oxford University Press, 2009. – 816 p.
7. Rehder B. Causal-based property generalization / B. Rehder // Cognitive science. – 2009. – Vol. 33, N 3. – P. 301–344.
8. Steyvers M. Inferring causal networks from observationsand interventions / M. Steyvers, J. B. Tenenbaum, E.-J. Wagenmakers[et al.] // Cognitive science. – 2003. – Vol. 27, N 3. – P. 453–489.
9. Sobel D. M. The importance of decision making in causal learning from interventions / D. M. Sobel, T. Kushnir // Memory & Cognition. – 2006. – Vol. 34, N 2. – P. 411–419.
10. Sobel D. M. Bridging the gap: Causality-at-a-distance in children's categorization and inferences about internal properties / D. M. Sobel, D. W. Buchanan // Cognitive development. – 2009. – Vol. 24, N3. – P. 274–283.
11. Jara E. Second-order conditioning of human causal learning / E. Jara, J. Vila, A. Maldonado // Learning and motivation. – 2006. – Vol. 37, Iss. 3. – P. 230–246.
12. Laux J. P. Causal discounting in the presence of a stronger cue is due to bias / J. P. Laux, K. M. Goedert, A. B. Markman // Psychonomic bulletin &review. – 2010. – Vol. 17, N2. – P. 213–218.
13. Шматков Д. І. Методика навчання неруйнівного контролю майбутніх інженерів-педагогів з використанням каузальних мереж : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / ДаніїлІгоровичШматков ; Укр. інж.-пед. акад. – Х., 2012. – 20 с.
14. Fitzgerald E. Inside Real Innovation: How the Right Approach Can Move Ideas from R&D to Market and Get the Economy Moving / Eugene Fitzgerald, Andreas Wankerl, Carl J. Schramm. – World Scientific, 2011. – 233 p.
15. Пат. 23812 Україна, МПК З 19-07. Комплект наочних посібників з когнітивних карт. – № s 2012 00973 ; заявл. 23.07.2012.
16. Теоретична модель каузальної мережі предметної галузі дисципліни «Неруйнівний контроль»: Свідоцтво України про реєстрацію авторського права на науковий твір № 42554. – Зареєстровано 29.02.2012.

17. Романовський О. О.Підприємницька діяльність ВНЗ: шляхи виживання / О. О. Романовський // Європейський вектор економічного розвитку: зб. наук. праць. – 2010. – Вип. 1. – С. 182–190.
18. Воронина Л. А. Итерационный маркетинг инновационного развития экономики России /Л. А. Воронина, С. В. Ратнер, Н. Е. Иванова. – Краснодар: Кубан. гос. ун-т, 2008. – 204 с.

Лазарєв М. І., Шматков Д. І.

Розробка методики навчання неруйнівного контролю як інноваційний процес

У статті розглянуто питання розробки методики навчання неруйнівного контролю майбутніх інженерів-педагогів із використанням каузальних мереж через призму інноваційного процесу. Визначено елементи, що складають галузі технології, реалізації та ринку. Встановлено можливість застосування певних методів дослідження кожного елементу. Встановлено можливість зниження рівнів невизначеностей елементів у процесі ітерації.

Ключові слова: неруйнівний контроль, каузальна мережа, інноваційний процес, технологія, реалізація, ринок, ітерація.

Лазарев Н. И., Шматков Д. И.

Разработка методики обучения неразрушающего как инновационный процесс

В статье рассмотрено вопросы разработки методики обучения неразрушающего контроля будущих инженеров-педагогов с использованием каузальных сетей через призму инновационного процесса. Определено элементы, составляющие области технологии, реализации и рынка. Установленовозможность применения определенных методов исследования каждого элемента. Установленовозможность снижения уровней неопределенностей элементов в процессе итерации.

Ключевые слова: неразрушающий контроль, каузальная сеть, инновационный процесс, технология, реализация, рынок, итерация.

N. Lazarev, D. Shmatkov

The Development of Nondestructive Testing Training Methods as an Innovation Process

The article considers issues of developing of nondestructive testing training methods of future engineers-pedagogues with the use of causal networks in the light of innovation process. It is defined the elements that make up the field of technology, implementation and market. The authors established the possibility of use of certain methods of research of each element. The possibility of reducing the levels of the elements uncertainty by the iteration process was established.

Key words: non-destructive testing, causal network, innovation process, technology, implementation, market, iteration.

Стаття надійшла до редакції 11.11.2013р.