

кластеризації в умовах інформаційної невизначеності.

Література

1. Sochor, T., Zuzcak, M., Bujok, P. Analysis of attackers against windows emulating honeypots in various types of networks and regions. In: International Conference on Ubiquitous and Future Networks, 2016, pp. 863-868.
2. Tom C. W. Lin Financial Weapons of War Minnesota Law Review, Vol. 100, p. 1377, 2016 Temple University Legal Studies Research Paper No. 2016.
3. Kizza Joseph Migga Computer Network Security. Springer. ISBN: 0-387-20473-3.
4. Betty H.C. Cheng, Rog'erio de Lemos, Holger Giese, Paola Inverardi, Jeff Magee Software Engineering for Self-Adaptive Systems: A Research Roadmap. International Journal of Software Engineering & Applications (IJSEA), Vol.6, No.4, 2015.
5. Macías-Escrivá F. D. et al. Self-adaptive systems: A survey of current approaches, research challenges and applications. Expert Systems with Applications. – 2013. – Т. 40. – №. 18. – С. 7267-7279.
6. A comparison of distance-based semi-supervised fuzzy c-means clustering algorithms. Lai, D.T.C., Garibaldi, J.M.: Fuzzy Systems (FUZZ), In 2011 IEEE International Conference, 2011. – pp. 1580-1586.

Отримана/Received : 21.5.2017 р. Надрукована/Printed : 10.6.2017 р.
Рецензент: д.т.н., проф.. Боровик В.В.

УДК 004.942:378.147

К.М. ЯЛОВА, К.В. ЯШИНА

Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське

УНІВЕРСАЛЬНА ФУНКЦІОНАЛЬНА МОДЕЛЬ АКАДЕМІЧНОЇ MASSIVE OPEN ON-LINE COURSE ПЛАТФОРМИ

В роботі представлено результати побудови універсальної функціональної моделі академічної Massive open on-line course платформи. Запропонований графічний опис розробленої моделі надає наочне представлення про діючі особи предметної області, їх функції та схеми обміну інформацією. Наведена математична модель описує предметну область у формалізованому вигляді, що дозволяє більш поглиблено вивчати процеси внутрішнього трансферу знань у системі «студент-викладач». Виявлені функціональні залежності дозволяють перейти до логічного та фізичного проектування бази даних платформи та її програмної реалізації.

Ключові слова: дистанційне електронне навчання, функціональна модель, MOOC-платформа, внутрішній трансфер знань

K. YALOVA, K. YASHYNA

Dnipro State Technical University, Ukraine

UNIVERSAL FUNCTIONAL MODEL OF THE ACADEMIC MASSIVE OPEN ONLINE COURSE PLATFORM

The main aim of the article is to provide results of the data domain analysis by the means of the academic massive open on-line course platform universal functional model as effective distance e-learning tools. In the article the results of the academic massive open on-line course platform universal function model creation are provided. Authors have developed the universal functional model on the base of the functional requirements and results of the comparative analysis of the modern distance and e-learning systems. The offered graphic representation of the developed model provides the visual description of data domain actors, their functions and information exchange diagrams. The using of the created functional model has allowed developing of the academic massive open on-line course platform architecture. The revealed functional dependencies are given the possibilities for modelling of the logical and physical platform database and its software. The given mathematical model describes data domain in the formalized form which allows studying more profoundly processes of an internal knowledge transfer in the «student-teacher» system.

Keywords: distance and e-learning, functional model, MOOC-platform, internal knowledge transfer.

Вступ

Швидкий розвиток інформаційних технологій (ІТ) дозволяє використовувати комп'ютерну техніку не тільки для обробки, зберігання або передачі інформаційних ресурсів (ІР), але також в якості засобу організації навчального середовища [1]. Розвиток технологій дистанційного навчання пройшов стадії від розповсюдження навчальних матеріалів через електронну пошту, системи електронного дистанційного навчання (ЕДН) на кшталт Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment (MOODLE) до масивних відкритих платформ он-лайн курсів - Massive open on-line courses (МООС). Серед яких слід відзначити EDX Гарвардського університету (США). МООС – це навчальний курс із масовою кількістю інтерактивних користувачів, які використовують технології електронного навчання та відкритого доступу до знань через Інтернет. У загальному розумінні академічна МООС-платформа – це система, що створена засобами інформаційних та цифрових технологій і забезпечує процес набуття знань, коли джерело інформації та студенти відокремлені часом та відстанню один від одного [2]. Слово «академічна» в даному визначенні відноситься до обов'язкового правила відповідності навчальних матеріалів платформи до встановлених нормативних документів певного університету, з певного напрямку підготовки чи

спеціальності. До таких нормативних документів відносяться загальнодержавні стандарти підготовки фахівців, навчальні плани напрямів та спеціальностей і робочі програми дисциплін.

В цілому, розробка та впровадження академічної MOOC-платформи до навчально-інформаційного простору будь-якого сучасного університету дозволяє [3]:

- надати розподілений доступ до електронних версій навчально-методичної літератури, що розробляється викладачами, за циклами дисциплін навчальних планів, у рамках певної форми навчання, кваліфікаційного рівня, року та семестру;
- оптимізувати процес розповсюдження та уніфікованого надання електронних версій навчальних матеріалів;
- надати інструментарій створення електронних завдань і тестів для оцінювання отриманих знань студентів (проведення проміжних, підсумкових контролів та самооцінювання);
- застосовувати різноманітні форми представлення теоретичних матеріалів: відео-лекції, мультимедійні ролики, он-лайн семінари тощо;
- отримувати статистичні дані стосовно активності студентів, кількості їх звернення до навчальних матеріалів та результатів оцінювання їх знань.

Постановка проблеми

В умовах постійного реформування вищої освіти, невинного зменшення годин аудиторного навантаження та підвищення вимог до професійного рівня випускників вищих навчальних закладів України з боку роботодавців, наступні питання формують перед науковцями ряд актуальних задач, а саме:

- створення методик застосування світового досвіду підтримки належного рівня вищої освіти за рахунок впровадження дистанційних форм навчання та перевірки отриманих знань;
- розробка механізмів підвищення інтелектуального потенціалу молоді;
- підвищення творчої активності та рівня IT-компетенцій студентів і викладачів у відповідності до інновацій та нововведень у сфері IT.

Метою даної статті є представлення результатів аналізу предметної області (ПрО) при розробці академічної MOOC-платформи. В якості задач дослідження автори визначили наступне:

- встановлення функціональних вимог до академічної MOOC-платформи, як до сучасного інструментарію дистанційного набуття знань;
- опис схеми обміну IP в системі «викладач-студент»;
- розробка функціональної моделі ПрО, що представляє її у вигляді пов'язаного набору функцій діючих осіб;
- представлення створеної функціональної моделі в наочному графічному вигляді засобами методології моделювання бізнес-процесів - Business Process Model and Notation (BPMN) та у вигляді математичної моделі;
- розробка архітектури академічної MOOC-платформи, що визначає рівні, складові та структуру програмних модулів системи.

Аналіз останніх досліджень

Дослідження в сфері ЕДН розподіляються за видами інформаційних систем (ІС) та засобів, що забезпечують навчання у відриві від джерела знань, а саме:

- системи ЕДН (distance learning and e-learning system), масивні відкриті он-лайн курси, віртуальні навчальні кімнати (virtual classroom, virtual synchronous classrooms, virtual campus), хмарні навчальні середовища (cloud computing learning environment). Це засоби, що підвищують ефективність інформаційно-навчального середовища та стосуються безпосередньо процесу опанування новими знаннями;
- системи керування навчанням (Learning management systems (LMS)) – це системи, що використовуються лише для керування та поширення навчальних он-лайн матеріалів із забезпеченням сумісного доступу до них;
- системи керування контентом (Contents management systems (CMS)) – це ІС або комп'ютерні програми, що використовуються для забезпечення і організації сумісного процесу створення, редагування та керування вмістом систем ЕДН, LMS, MOOC;
- системи поширення інтерфейсу та контенту (Screen share applications (SSA) та Contents sharing application (CSA)) – це системи, що задають механізми відображення навчальних матеріалів засобами різноманітних браузерів користувачів.

В Україні питаннями розвитку дистанційної та електронної освіти займалися А. А. Андреев, Б. І. Шуневич, Є. С. Полат, Н. В. Казарінова, Г. Яценко, С. Степаненко, В. Ю. Стрельников, В. Г. Кремень та ін. Авторами цієї статті був здійснений порівняльний аналіз найбільш популярних сучасних провайдерів навчальних он-лайн сервісів, а саме: систем ЕДН – Sakai, WRC e-Education System, Atutor, ILIAS, віртуальних навчальних середовищ – Moodle, Prometey, MOOC-платформи – EDX [4]. На світовому рівні науковцем, що займається розробкою нових інформаційно-комп'ютерних засобів ЕДН та питаннями впровадження таких засобів до вищих навчальних закладів є професор Е. Smugnova-Trybulska (університет Силезії, Польща), роботи якої присвячені питанням впровадження нових інформаційно-комунікаційних технологій до сфери вищої освіти, наприклад [5]. В роботі [6] професора С. D. Sixto (університет Екстремадура, Іспанія) з аналізом та пропозиціями описується модель впровадження он-лайн навчання до сучасної вищої освіти, професор М. Сарау (університет Константина Філософа, Словаччина) в роботі [7]

наводить результати аналізу процесу розробки он-лайн курсів засобами системи Moodle та встановлює можливість використання цього уніфікованого середовища для підготовки фахівців-програмістів. В роботі [8] професор Р. Kommers (університет Твенте, Нідерланди) визначає педагогічні методи навчання із застосування електронних та комп'ютерних засобів і систем. Професор Т. Issa (Куртін університет, Австралія) в роботі [9] представляє результати порівняльного аналізу та оцінки рівня застосування новітніх інформаційно-комп'ютерних засобів для організації дистанційного навчання в Австралії, Чехії, Нідерландах, Польщі, Португалії, Росії, Словаччині, Іспанії та Україні.

Незважаючи на глибину проведених досліджень та різноманітність наукових праць, актуальними завданнями досліджень залишаються: опис процесу розробки систем ЕДН, аналіз вимог для їх програмної реалізації. Не достатнього висвітлення набули питання розробки універсальних функціональних, об'єктних та математичних моделей ПрО, що формалізують процес дистанційного набуття знань засобами ІС. Особливої уваги також заслуговує вирішення питання встановлення місця і ролі ЕДН в традиційних денній та заочній освіті та імплементації систем ЕДН у сферу діяльності університетів України.

Результати дослідження

Як і для будь-якої ІС життєвий цикл академічної МООС-платформи складається з п'яти основних етапів: аналізу функціональних вимог замовника або аналізу ПрО, проектування, програмної реалізації, тестування та експлуатації. Використання спіральної моделі життєвого циклу, що була обрана авторами для розробки академічної МООС-платформи, дозволяє одночасно мати робочу версію програмного застосування, уточнювати вимоги до проекту, визначати якість прийнятих проектних рішень і планувати роботу наступної версії системи.

Відповідно до мети та задач дослідження в основній частині роботи автори представляють результати виконання аналізу ПрО. Під аналізом ПрО розуміється вид наукового дослідження, при якому реальний або уявний об'єкт розподіляють на складові частини (елементи), а зв'язки між ними, схеми взаємодії та ресурси, що супроводжують цю взаємодію піддають формальному опису. Вхідними даними для аналізу ПрО є функціональні вимоги до ІС, що розробляється та задачі, що підлягають автоматизації. Саме це формує систему граничних умов, що накладають обмеження на кількість, склад та докладність атрибутивного опису діючих осіб, статичних та динамічних сутностей ПрО. Результатом аналізу ПрО є розроблені функціональна та об'єктна моделі ПрО, що можуть бути представлені в графічному вигляді для наочності і простоти сприйняття опису та у вигляді математичної моделі.

Функціональна модель – це опис ПрО, в якому акцентується функціональний аспект існування ПрО, який базується на аналізі семантики об'єктів та явищ, виконаний без орієнтування та прив'язки до конкретних програмних або технічних комп'ютерних засобів [10].

При розробці функціональної моделі ПрО автори застосовували наступні вимоги до неї [11]:

- наявність чіткої формалізації, що забезпечує однозначний опис структури ПрО;
- зрозумілість для замовників і розробників на основі застосування графічних нотацій функціонально-орієнтованої методології;
- можливість реалізації, що передбачає наявність засобів фізичної реалізації моделі ПрО засобами існуючих програмних засобів та ІТ;
- відсутність надмірності інформації (видалення зайвих або повторюваних даних);
- забезпечення оцінки ефективності реалізації моделей ПрО на основі певних методик та показників.

Особливістю розробленої функціональної моделі ПрО є її універсальність – властивість, яка дозволяє представити дані та знання про ПрО в стандартному узагальненому вигляді, що буде зрозумілим не лише для професіоналів із розробки ІС, але і звичайним діючим особами ПрО. До відмінних рис універсальної функціональної моделі ПрО можна віднести:

- узагальнений опис ПрО за допомогою стандартних функціональних залежностей та структурних особливостей об'єктів без прив'язки до конкретного університету, напряму підготовки чи дисципліни;
- опис схеми взаємодії діючих осіб відображає реальні процеси ПрО у вигляді ієрархічних залежностей дій, функцій та подій реальних об'єктів, які відбуваються з ними у визначений час або інтервал часу [12];
- застосування природної ієрархічної класифікації об'єктів ПрО, що об'єктивно відображає складну структуру у вигляді зв'язку «один-до-багатьох».

Універсальний опис функціональних залежностей об'єктів ПрО дає змогу здійснити швидкий та простий перехід до програмної реалізації бази даних та програмного забезпечення академічної МООС-платформи.

Зазвичай, функціональна модель ПрО будується на трьох рівнях: на зовнішньому рівні (визначення вимог), на концептуальному рівні (специфікація вимог) і внутрішньому рівні (реалізація вимог). Так, на зовнішньому рівні модель відповідає на запитання, що повинна виконувати система, тобто визначається склад основних компонентів системи: об'єктів, функцій, подій, організаційних одиниць, технічних засобів. На концептуальному рівні модель відповідає на запитання, як повинна функціонувати система. Інакше кажучи, визначається характер взаємодії компонентів системи одного і різних типів. На внутрішньому рівні модель відповідає на запитання: за допомогою яких програмно-технічних засобів реалізуються вимоги до

системи.

Склад функціональної моделі суттєво залежить від контексту конкретного ІТ-проекту та може бути представлений у вигляді вербального опису або набору графічних діаграм. Функціональну модель ПрО часто називають моделлю бізнес-процесів або прецедентів ПрО [13]. Бізнес-процес визначається як логічно завершений набір взаємопов'язаних і взаємодіючих видів діяльності, що підтримує функціонування організації та реалізує її політику, направлену на досягнення поставлених цілей.

Розробка функціональної моделі ПрО спиралася на визначені авторами наступні функціональні вимоги до академічної МООС-платформи. Загально функціональні вимоги до платформи, як до системи ЕДН:

- забезпечення своєчасної і цілодобової доставки навчальних матеріалів засобами Інтернет;
- отримання інформаційної підтримки від системи у вигляді консультацій, порад, підказок та еталонних розв'язків завдань. Інформаційне забезпечення процесів отримання теоретичних знань, практичних навиків та контролю рівня засвоєння нової інформації;
- надання можливості корегувати або задавати власний ритм навчання та об'єм знань, що призводить до підвищення інтелектуального потенціалу за рахунок самоорганізації навчання.
- формування єдиного центру агрегованих та узагальнених знань заданої ПрО, що дозволяє зменшити час пошуку необхідної інформації навчального характеру.

Специфічні функціональні вимоги до академічної МООС-платформи:

- відповідність структури та змісту он-лайн курсів нормативним установчим документам підготовки фахівців із певного напрямку, спеціальності та дисципліни;
- побудова логічно-змістовних траєкторій ЕДН, що відповідають міждисциплінарним зв'язкам та складу всіх видів початкової діяльності;
- реалізація віртуальних практикумів або лабораторних занять відповідно до змісту та мети кожної навчальної дисципліни;
- автоматизоване формування журналів поточного контролю викладача з автоматичним внесенням результатів набуття знань та проведення контролів;
- представлення навчальних матеріалів у різних форматах включно із відео-форматом та мультимедією;
- програмне забезпечення механізмів зворотного зв'язку між студентом та викладачем із можливістю накопичення розв'язків завдань студентів в єдиній базі даних.

Зіставивши визначені функціональні вимоги та встановленні переваги і недоліки існуючих програмних рішень, авторами була розроблена функціональна модель ПрО типу AS-TO-BE (як повинно бути), що наведена на рисунку 1 засобами графічних нотацій методології проектування бізнес-процесів BPMN 2.0.



Рис. 1. Функціональна модель академічної МООС-платформи

Обґрунтування адекватності розробленої функціональної моделі базується на властивостях стійкості та об'єктивності графічних нотацій методології BPMN 2.0, яка є сучасним стандартом моделювання бізнес-процесів, що задає графічну мову для відображення ПрО у вигляді набору діаграм. Методологія BPMN 2.0 формує алфавіт інтуїтивно зрозумілих елементів, який дозволяє описати складні семантичні конструкції та зв'язки [14]. Окрім того, специфікація BPMN 2.0 визначає як діаграми, що описують бізнес-процеси, можуть бути трансформовані у виконавчі моделі на мові BPEL (Business Process Execution Language) – мові на основі XML для формалізованого опису бізнес-процесів і протоколів їх взаємодії між собою. BPEL розширює модель взаємодії веб-служб і додає до неї підтримку транзакцій.

Розробка функціональної моделі академічної MOOC-платформи дозволяє визначити діючих осіб ПрО, зіставити їх із ролями користувачів системи (студенти, викладачі, співробітники центру моніторингу якості навчання та незареєстровані користувачі) і описати їх прецеденти (доступні дії) для кожного типу користувачів.

Дія, з якої починається робота з платформою – це авторизація користувача, результати якої ідентифікують користувача та накладають обмеження на доступні дії через веб-форми додатку, а саме:

- для незареєстрованих користувачів – тільки перегляд загальних даних стосовно структури напрямів, спеціальностей та курсів, за якими ведеться підготовка студентів;
- для авторизованого студенту – перегляд контенту дисциплін кожного року навчання, перегляд власних досягнень, перегляд поточних дисциплін та їх оцінок, засвоєння навчального матеріалу, організація зворотного зв'язку. Авторизаційні дані студента дають змогу системі визначити поточний напрям підготовки, курс та сформувати логічно-структуру схему навчання зі списку навчальних дисциплін навчального плану;
- для авторизованого викладача – перегляд списку дисциплін та їх контенту, отримання даних стосовно активності та досягнень студентів, ведення чату та журналу контролю;
- для адміністраторів системи – внесення змін до контенту платформи та кожного окремого курсу.

Для формалізованого подання інформації стосовно функціональної моделі академічної MOOC-платформи авторами була розроблена математична модель, яка задається наступним чином:

$$C = \langle E, G, S \rangle, \quad (1)$$

де C – це ПрО, що обмежена вимогами та задачами автоматизації, яку можна описати як систему;

E – множина процесів ПрО, яка задається у вигляді $E = \{E_1, \dots, E_N\}$. Процеси ПрО розглядаються з позиції функцій або дій, що виконують діючі особи ПрО;

G – відношення між процесами E ПрО;

S – словник глосаріїв кожного рівня моделі, що формує уніфікований, семантично значущий опис всіх дефініцій ПрО та використовується при формуванні природної ієрархічної структури об'єктів та функцій ПрО.

Кожний бізнес-процес ПрО E_i , описується вхідними і вихідними впливами, впливами управління та механізмів. Множини входів, виходів, управлінь та механізмів можуть бути описані у вигляді інформаційних, матеріальних, трудових або фінансових ресурсів ПрО. Необхідно зауважити, що при розробці функціональної моделі приймалося до уваги, що жоден процес не може бути безрезультативним оскільки він є перетворенням вхідного впливу до вихідного потоку. Крім того бізнес-процеси ПрО не можуть відбуватися без застосування ресурсів та без використання певного алгоритму їх здійснення.

Кожний i -й вхідний потік бізнес-процесу E_i визначається як:

$$I_i = \{i_1, \dots, i_N\}, \quad (2)$$

де I – це множина вхідних впливів ПрО.

Кожний вихідний потік бізнес-процесу E_i описує вихідні дані, отримані в ході взаємодії суб'єктів навчання в рамках академічної MOOC-платформи:

$$O_i = \{o_1, \dots, o_N\}, \quad (3)$$

де O – це множина вихідних впливів ПрО.

Кожний вплив управління бізнес-процесу E_i – це множина потоків управління, яка описує, регламентує і задає правила, алгоритм та обмеження здійснення процесу в ПрО.

$$L_i = \{l_1, \dots, l_N\}, \quad (4)$$

де L – множина керівних впливів ПрО.

Множина потоків-ресурсів процесу E_i , яка описує ресурси, що використовуються або які виконують процеси взаємодії із платформою визначається як:

$$M_i = \{m_1, \dots, m_N\}, \quad (5)$$

де M – множина впливів механізмів ПрО.

Кожний бізнес-процес ПрО може бути описаний наступним чином:

$$E_i = \langle I_i, O_i, L_i, M_i \rangle. \quad (6)$$

Множина відношень G між процесами $\{E_1, \dots, E_N\}$, які визначають постійні зв'язки та динамічні

взаємодії компонентів системи, задається в узагальненому випадку наступним простором значень:

$$G = \langle G_{OI}, G_{OL}, G_{OM} \rangle, \quad (7)$$

де G_{OI} – відношення між процесами, де результат i -го процесу є вхідним впливом на j -й процес;
 G_{OL} – відношення між процесами, де результат i -го процесу задає правила, алгоритми або обмеження на хід виконання j -го процесу;
 G_{OM} – відношення між процесами, де результат i -го процесу виступає в якості ресурсу j -го процесу.

В рамках ПрО були визначені лише співвідношення G_{OI} типу вихід-вхід, де G_{OI} – множина вихідних потоків процесу E_i , які перетворюються у вхідні потоки процесу E_j , а їх наявність дасть змогу запустити виконання процесу E_j , тобто вихід k_1 i -го процесу є входом k_2 для j -го процесу:

$$v_i^{k_1} = G_{OI}(e_i), \quad i_j^{k_2} = v_i^{k_1}. \quad (8)$$

Беручи до уваги сказане, вираз (1) може бути записаний в наступному вигляді:

$$C = \langle E, G_{IO}, S \rangle. \quad (9)$$

Отримана математична модель надає змогу відобразити аналізовану ПрО у формалізованому вигляді з урахуванням її декомпозиції на елементарні функціональні дії, описати зв'язки між об'єктами, схеми та алгоритми їх взаємодії.

Результати функціонального моделювання ПрО надають змогу встановити правила розподілу прав доступу до даних на основі ролей користувачів системи та розробити архітектуру академічної МООС-платформи, визначивши її програмні рівні і модулі. Архітектуру академічної МООС-платформи доцільно розподілити на п'ять рівнів:

- рівень користувацького доступу до даних, що включає графічний інтерфейс платформи, який передається засобами браузера клієнта;
- рівень сервісів, які забезпечують керування ідентифікуючими даними користувачів, відповідають за синхронну та асинхронну обробку запитів клієнтів, задають часові прив'язки дій користувачів та підтримують загальний потік операцій клієнтів із платформою;
- рівень навчальних сервісів, які забезпечують керуванням електронним навчально-методичним контентом платформи в різних форматах;
- рівень збереження всіх даних платформи, де в якості сховища можуть бути використані реляційні та довільно структуровані (No-SQL) бази даних або файли XML-формату;
- рівень інфраструктури, що формує клієнт-серверну мережу за рахунок апаратних засобів та програмного забезпечення, використовуючи стандартні Інтернет-протоколи.

Для керування електронним контентом платформи адміністраторам надаються функції додавання, видалення, редагування, модераторів IP, пошук даних, отримання результатів інтелектуальної обробки та вибірки даних. Дані стосовно кількості користувачів, об'ємів даних, що передаються, необхідної пропускну здатності мережі, обмеження часу очікування отримання результатів запитів дають можливість задати технічні та апаратні характеристики серверів і клієнтських місць академічної МООС-платформи.

Висновки

З метою формалізації результатів аналізу ПрО при розробці академічної МООС-платформи автори розробили універсальну функціональну модель, що врахувала функціональні вимоги до сучасного інструментарію ЕДН. Універсальність та адекватність розробленої моделі ґрунтується на об'єктивному описі реальних, узагальнених даних стосовно процесу набуття знань у сучасній системі вищої освіти України та за рахунок використання формальних графічних нотацій методології BPMN і математичного апарату.

В даній роботі, на відміну від існуючих, вперше представлено універсальну функціональну модель, що описує діючі особи ПрО, функції кожної ролі користувачів, правила розподілу доступу до даних та схеми обміну IP. Результати функціонального моделювання представлені в наочній графічній і формалізованій математичній формі та дозволяють більш поглиблено вивчати процеси внутрішнього трансферу знань в системі «студент-викладач».

Базуючись на результатах розробки функціональної моделі, автори запропонували архітектуру академічної МООС-платформи, що складається з п'яти рівнів, розбудова яких може відбуватися незалежно один від одного.

Розроблена на основі представленої універсальної функціональної моделі академічна МООС-платформа буде володіти наступними характеристиками:

- безкоштовність, низькі системні вимоги до програмно-апаратної платформи, відсутність необхідності застосування ліцензійного програмного забезпечення для її функціонування;
- на відміну від існуючих систем ЕДН, вона буде забезпечувати автоматизований режим керування навчальним процесом студентів усіх форм навчання;
- наявність можливості автоматизованого оцінювання якості отриманих знань та формування статистичних даних системи;
- відтворення традиційної взаємодії викладача із студентом за рахунок механізму підтримки обміну даними та файлами й ефективного зворотного зв'язку між всіма суб'єктами навчання.

- забезпечення ефективної інтерактивної навігації по навчальним матеріалам у залежності від встановленої траскторії навчання;
- представлення електронного навчально-методичного контенту, електронних завдань та тестів у різних форматах і виглядах із застосуванням засобів мультимедіа.

Авторами роботи були визначені перспективні питання подальших наукових досліджень, а саме:

- розробка методів, інструментів та технологій створення віртуальних лабораторій для дистанційного набуття практичних навичок;
- розробка нових та оптимізація існуючих методів оцінки якості набутих теоретичних знань;
- розробка нових підходів до організації координованого контролю і самоконтролю набутих знань та вмій в рамках академічної МООС-платформи;
- застосування методів стиску даних та зменшення надмірності даних баз даних для ефективного збереження відео- та мультимедійних файлів великих об'ємів;
- організація ефективних механізмів захисту даних платформи;
- застосування отриманих результатів при розробці інфраструктури системи трансферу знань сучасного університету.

За рахунок своєї універсальності розроблена функціональна модель може бути ефективно використана для ідентифікації та теоретичного обґрунтування нових принципів, форм і методів використання інформаційно-комп'ютерних технологій та дистанційних форм навчання у вищій освіті України.

Література

1. Yalova K. Challenges and prospects in development of e-learning system for IT students / K. Yalova, V. Zavgorodnii, L. Sorokina, M. Romanykha // *Int. J. Cont. Engineering Education and Life-Long Learning*. – 2016. – vol. 26. – № 1. – pp. 25-43.
2. Johnson A. Representation sequencing in computer-based engineering education / A. Johnson, J. Reisslein, M. Reisslein // *Computers & Education*. – 2014. – № 72. – pp. 249-261.
3. Yalova K. Conceptual propositions of the modern university's information field development. Innovation in higher education – modern communications and collaboration at the university using specific IT tools / K. Yalova, V. Zavgorodnii: [International collective monograph]. – Dniprodzerzhzinsk: DDTU, Dniprodzerzhzinsk, 2015, pp. 355-369. – ISBN 978-966-175-114-8.
4. Ялова К. М. Технології та засоби програмної реалізації систем електронного навчання / К. М. Ялова, В. В. Завгородній // *Збірник наукових праць Дніпродзержинського державного технічного університету*. – Дніпродзержинськ : Дніпродзержинський державний технічний університет. – 2016. – № 1(28). – С. 149–155.
5. Morze N. Ways of formation of effective students' collaboration skills based upon the usage of WBT / N. Morze, L. Varchenko, E. Smyrnova-Trybulska // *Int. J. Web-Based Communities*. – 2015. – vol. 11. – № 1. – pp. 25-41.
6. Sixto C. D. A model to assess online learning: analysis and proposal / C. D. Sixto, L. Alonso-Díaz, R. Y. Tosina, G. D. Puerto, P. G. Esteban, J. A. Masa // *Open Educational E-Environment of Modern University*. – Kyiv: Borys Grinchenko Kyiv University, 2016. – 352 p.
7. Cápay M. The role of new technologies in the learning process: use of modules of third-party in LMS Moodle or how it is possible to determine the activity of the students in the course / M. Magdin, M. Cápay // *Emerging e-Learning Technologies and Applications*. – 2013. – № 11. – pp. 271-274.
8. Kommers P. Mixing Problem based learning and conventional teaching methods in an analog electronics course / Podges J. M., Kommers P., Winnips K., Joolingen W. R. // *American journal of engineering education*. – 2014. – vol. 5. – pp. 99-120.
9. Issa T. Contrastive analyses and evaluation of the ICT and E-Learning and intercultural competences in Australia, Czech Republic, The Netherlands, Poland, Portugal, Russia, Slovakia, Spain and Ukraine within the framework of the IRNET international research network project / T. Issa, P. Kommers, E. Trybulska-Smyrnova, N. Morze and other. – Katowice: STUDIO NOA for University of Silesia, 2014. – pp. 13-30.
10. Соловьев С. В. Методологии моделирования предметной области / С. В. Соловьев, Р. И. Цой. – М. : Издательство академии естествознания, 2011. – 340 с.
11. Антонов В. В. Построение формальной модели предметной области с применением нечеткой кластеризации / В. В. Антонов // *Системный анализ, управление и обработка информации*. – М. : Издательский центр Академия, 2011. – Вып. 15. – № 5(15). – С. 2–11.
12. Есин В. И. Универсальная модель данных и ее отличительные особенности / В. И. Есин // *Вестник Харьковского национального университета*. – Харьков : ХНУ, 2011. – № 960. – С. 141–147.
13. Рач В. А. Системно-целостный метод графического представления результатов исследований в отдельных предметных областях (на примере области управления образовательными проектами) / В. А. Рач, А. Ю. Борзенко-Мирошниченко // *Управління проектами та розвиток виробництва*. – Луганськ : СНУ ім. В. Даля, 2012. – № 2 (42). – С. 152–163.
14. BPMN [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.bpmn.org/>.

Отримана/Received : 17.4.2017 р. Надрукована/Printed : 10.6.2017 р.

Рецензент: д.т.н., проф. Самохвалов С.Є.