

IT-ТЕХНОЛОГІЇ В ОСВІТІ, МИСТЕЦТВІ ТА КУЛЬТУРІ
IT-TECHNOLOGIES IN EDUCATION, ARTS AND CULTURE
IT-ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ, ИСКУССТВЕ И КУЛЬТУРЕ

УДК 004:37.018.43

DOI: 10.31866/2617-796x.3.2.2020.220580

Ткаченко Ольга,

кандидат фізико-математичних наук,
доцент кафедри інформаційних технологій та дизайну,
Державний університет інфраструктури та технологій,
Київ, Україна
oitkachen@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-1800-618X>

Ткаченко Костянтин,

кандидат економічних наук,
доцент кафедри інформаційних технологій та дизайну,
Державний університет інфраструктури та технологій,
Київ, Україна
tkachenko.kostyantyn@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-0549-3396>

Боняр Михайло,

магістрант кафедри інформаційних технологій та дизайну,
Державний університет інфраструктури та технологій,
Київ, Україна
sveta_bonyar@ukr.net
<https://orcid.org/0000-0001-8914-8412>

ОНТОЛОГІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ НАВЧАННЯ

Метою статті є дослідження, аналіз і розгляд загальних проблем і перспектив використання онтологій під час моделювання процесів навчання.

Методами дослідження є методи семантичного аналізу основних понять цієї предметної сфери (навчальні процеси та процеси управління навчанням). У статті розглянуто наявні підходи до моделювання навчальних процесів.

Новизною проведеного дослідження є розв'язання проблем інтелектуалізації процесів навчання на основі формальних онтологічних моделей.

Висновки. У роботі проаналізовано наявні проблеми та перспективи застосування онтологій у моделюванні процесів навчання. Враховуючи результати проведеного аналізу, розроблено багаторівневу онтологічну модель, яка має важливе значення для розв'язання проблем підвищення ефективності процесів навчання (особливо дистанційного, online-навчання, e-learning) за допомогою використання комп'ютерних навчальних систем.

Ключові слова: інтелектуалізація процесів навчання; моделювання процесів навчання; онтологічна модель; онтологічна модель «викладача»; онтологічна модель «студента».

Вступ. На сьогодні особливо актуальними стали проблеми створення ефективних систем навчання, що базуються на сучасних технологіях (інформаційних та інтелектуальних) і відповідних моделях, створення нових форм і способів подання навчального матеріалу. Ці проблеми обумовлені, зокрема, загальною кризою національних освітніх систем. В основі зазначеної кризи лежить так званий «інформаційний бум», поява якого є наслідком розвитку комп'ютерної техніки, зокрема персональних комп'ютерів (ПК), інтернету. Усе це значно збільшило обсяг доступної інформації, якість і швидкість роботи з нею (обробки, візуалізації, обміну тощо).

Заразом інформаційні й інтелектуальні технології породили проблеми пошуку інформації у великих базах даних (БД) сучасних інформаційних систем, що ускладнює їх застосування в навчальному процесі без попередніх налаштувань, створення спеціальних фільтрів і систем пошуку потрібної інформації для навчальних і освітніх завдань.

Виникає низка проблем, пов'язаних з реформуванням освіти, використанням комп'ютерної техніки та інформаційних технологій (ІТ) в процесах навчання, аналізом успіхів і невдач застосування програмних продуктів у сфері освіти.

До цих проблем належать, наприклад, такі:

- підвищення ефективності освітнього процесу за допомогою використання сучасних інформаційних та інтелектуальних технологій;
- досягнення високого інтелектуального рівня навчання в комп'ютерних системах навчання;
- створення комп'ютерних навчальних середовищ.

У працях багатьох науковців (Башмаков и Башмаков, 2003; Красильникова, 2009; Соловов, 2016; Андреев, 2018; Communication from the Commission, 2000; Allen, and Seaman, 2008; Liu, 2017; Дистанционное обучение, e-learning, 2003; Wolfe, 2018; Кудрявцев и др., 2006) досліджено ці проблеми та визначено причини, що ускладнюють їх розв'язання. Наявні програмні продукти у сфері освіти не забезпечують, на жаль:

- суттєвого підвищення якості процесу навчання;
- скорочення часу, необхідного для якісного навчання;
- масового їх використання в реальному освітньому процесі.

У такому ж становищі знаходиться й ідея «дистанційної» освіти (online-освіти, e-learning), якщо під цим не розуміти форми online-навчання на базі сучасних телекомунікаційних систем.

Недоліки форми навчання (в offline-режимі) добре відомі, а використання телекомунікацій у тому вигляді, як це зараз робиться в процесах навчання, не сприяє якісному засвоєнню матеріалу та придбання нових знань. Це обумовлено тим, що реалізація недостатньо продуманих стратегій і тактики дистанційної освіти навіть на суперсучасній техніці не покращує якість освіти.

Але є й завдання, які успішно можна розв'язати за допомогою сучасних ІТ, наприклад:

- проведення курсів перепідготовки (у деяких предметних сферах);
- інтенсивний тренінг;
- інформаційне забезпечення та наповнення навчального процесу.

Зараз у системі навчання склалася парадоксальна ситуація, коли разом з підручниками та задачками стали видавати так звані «решешники» (збірники розв'язаних задач). Тобто процес навчання може звестися до такого: той, хто навчається, отримує задачу, бере її в «решешнику» та переписує в зошит (або запам'ятовує), переказує викладачеві й отримує оцінку. При такому освітньому процесі найкращими стають ті, хто має хорошу пам'ять. Звичайно, викладач може поставити додаткові запитання, проте хороші «решешники» містять і їх.

Створення якісного алгоритму автоматизованого розв'язання задач з математики використовують під час проектування спеціалізованих інтелектуальних систем (Подколзин, 2008). На основі розробленої моделі подання знань і процедур виведення з них нових фактів змодельовано процес розв'язання математичних задач так, що ПК розв'язує їх краще та швидше людини. ПК використовує відібрані, відфільтровані та спеціальним чином організовані готові форми, прийоми і способи розв'язання математичних задач.

Ця програма (комп'ютерний вирішувач математичних задач), використовуючи експертні знання, надає пояснення обґрунтованості застосування правил під час розв'язання задач і демонструє можливість створення інтелектуальних систем, які за своїми можливостями можна порівняти з інтелектом людини (Подколзин, 2008).

У працях (Communication from the Commission, 2000; Дистанционное обучение, e-learning, СДО, 2003; Wolfe, 2018; Кудрявцев и др., 2006) указано, що не останню роль у процесах навчання відіграє предметний зміст (контент) розділів, які вивчають. Водночас важливо розв'язати, зокрема, такі проблеми:

- визначення фундаментального та загальнокультурного сенсу вивчення дисципліни;
- визначення межі базових знань, нижче яких неможливе вивчення наступної дисципліни в структурно-логічній схемі навчання;
- визначення фундаментальних і загальнокультурних предметних сфер.

Виникає питання про набір базових знань, необхідний для нової освітньої моделі. Аналіз моделей в освітній галузі (Кудрявцев и др., 2006; Строгалов, 1998; Гребенев и Чупрунов, 2007) дає змогу зробити висновок, що просте відображення навчального контенту в електронному вигляді, не дуже збільшуючи ефективність процесів навчання, здорожує його, якщо враховувати витрати на створення та підтримку відповідної електронної моделі цих процесів. Для цього необхідна

наявність спеціально розроблених систем навігації по навчальному матеріалу. Інтернет, який не є освітнім/навчальним середовищем, відіграє важливу роль в інформаційному насиченні освітнього середовища.

Результати дослідження. Створення інтелектуальних навчальних систем потребує розробки відповідних технологій їх створення та аналізу процесів навчання з позицій типології освітніх завдань, типів вправ і т. п. Важливою є технологія створення навчальних систем з елементами інтелектуальної поведінки, яка залежить, зокрема, від поведінки студента в процесі навчання, його успіхів у досягненні цілей навчання.

Метою дослідження є визначення та аналіз проблем інтелектуалізації процесів навчання та шляхів їх розв'язання. Інструментарієм досягнення поставленої мети та розв'язання поставлених завдань мають стати онтологічні моделі.

Сформулюємо вимоги до інтелектуальних навчальних систем і програм, щоб вони були привабливі для використання в навчальному процесі (Соловов, 2016; Allen and Seaman, 2008; Кулинич, 2003). Серед вимог слід виділити, зокрема:

- інтуїтивно зрозумілий інтерфейс (оформлення окремих сторінок екрану застосовує графіку, колір тощо);

- наявність чисельних, багаторівневих розгалужених навчальних програм, «лінійний» режим можливий при покроковому розгляді погано засвоєного матеріалу;

- наявність допоміжних засобів (системи підказок, посилань на додаткові навчальні матеріали, посилання на інші інформаційні матеріали, зміни стратегії навчання тощо) усунення проблем, що виникли в процесі навчання;

- «достатньо» велика варіативність множини повідомлень комп'ютерної навчальної програми (ця вимога поширюється і на процес повторення навчального матеріалу, для якого повинен бути інший матеріал із завданнями, ніж під час навчання);

- системний принцип побудови комп'ютерної навчальної програми з різноманітним варіаціям у постановці завдань, можливостей взаємодії з програмою;

- забезпечення адаптації до студента (обліку часу і темпу навчання, визначення рівня результатів, психофізичних можливостей сприйняття матеріалу навчання тощо);

- можливість активного втручання студентів у процес навчання за допомогою комп'ютерної навчальної програми (зменшення/поглиблення матеріалу, надання додаткового контенту, зміна темпу навчання і т. п.);

- можливість переривання процесу навчання в будь-який момент часу зі збереженням результатів навчання студента (протокол навчання) і продовження заняття з того місця, на якому воно було перерване, або повернення до початку.

Одним з прикладів розв'язання проблем створення інтелектуальних навчальних систем є проєкт «IDEA» (створення експертних систем для навчання в різних предметних сферах) (Гребенев и Чупрунов, 2007). У «IDEA» створено моделі студента та викладача, які взаємодіють між собою через простір навчального контенту, формалізованого у вигляді розмічених дерев або навантажених графів (Гребенев и Чупрунов, 2007).

У «IDEA» розроблено навчальні системи вивчення іноземних мов (у тому числі із застосуванням експертної системи), які не були достатньо розвиненими (інтелектуальними) через необхідність створення великого набору вирішальних правил і великих витрат ресурсів.

Інтелектуалізація процесів навчання полягає у створенні інструментарію спрощення розробки навчальних систем чи комп'ютерних навчальних курсів за допомогою використання відповідних онтологічних моделей процесів навчання.

Запропонований інструментарій для розробки інтелектуальних навчальних систем DEL має містити насамперед авторську систему (засоби розробки навчальних курсів), систему студента (засоби відображення на екран навчального контенту), засоби створення експертної системи (ЕС), дизайнера сторінки, систему навігації по курсу, інтерпретатора скриптів, засоби мультимедіа, бібліотеки навчальних модулів, базу даних (навчальний контент).

Система студента надається йому разом з готовим курсом і слугує інтерпретатором даних, підготовлених за допомогою авторської системи.

Автору навчального курсу надається набір визначених типів вправ:

- вибір одного або декількох варіантів зі списку запропонованих;
- заповнення пропусків у тексті;
- встановлення відповідності;
- пошук елементів на зображенні та ін.

Для кожного типу вправи є своя форма введення даних, тому робота автора з розробки навчального курсу передбачає:

1. Складання плану курсу.
2. Підбір контенту курсу – текстів, зображень, звуків і відео.
3. Підготовка додаткового матеріалу – пояснень, довідкової інформації, словників та ін.
4. Підготовка даних для експертної системи – структури навчальних цілей, планів навчання, коментарів.
5. Підготовка вправ – вибір одного з визначених типів і заповнення відповідної форми, кваліфікація можливих помилок учня (тип помилки, кількість балів, посилання на навчальні цілі, незнання яких могло спричинити похибку).

У студента має бути можливість працювати в таких режимах навчання:

1. Вільна навігація по курсу (виконання вправ у довільній послідовності).
2. Навчання за одним із заздалегідь підготовлених автором планів: вільний вибір плану (або вибір за рекомендацією ЕС), виконання вправ у чітко визначеній послідовності.
3. Навчання під керуванням ЕС – наступна вправа визначається ЕС залежно від результатів та індивідуальних особливостей студента. Тут можливі повторення, підвищення/пониження складності вправ і т. п.

Завдання ЕС з управління процесами навчання можна розбити на підзавдання:

1. Підбір відповідного навчального плану залежно від результатів початкового тестування студентів (виявлення рівня знань та індивідуальних характеристик).
2. Пред'явлення студенту матеріалу, накопичення результатів навчання.
3. Складання протоколу навчання, що зберігає історію всіх подій навчання.

4. Складання моделі студента, моделі процесу навчання (яка враховує всі можливі навчальні ситуації).

5. Аналіз навчальної ситуації – визначення дій, які доцільно вживати в цій ситуації для певного типу студента.

6. Підбір відповідної навчальної стратегії.

7. Складання плану наступного заняття – наповнення обраної стратегії навчальним контентом.

ЕС під час навчання стежить за такими подіями:

1. Успішно виконані вправи та окремі їх частини.

2. Допущені у процесі виконання вправ помилки з кваліфікацією класу помилки:

– випадкові помилки (натискання кнопки «миші» не там і т. п.);

– помилки, пов'язані з недостатніми знаннями (навичками) з теми, що вивчають у певний момент;

– помилки, пов'язані з недостатніми знаннями (навичками) з інших тем;

– нерозпізнані помилки (наприклад, безглузда послідовність літер там, де треба було написати слово).

3. Звернення до довідкової чи іншої додаткової інформації.

4. Перевищення часу, запланованого автором вправи, або виконання вправи раніше запланованого часу.

5. Вжиті з ініціативи студента відхилення від навчальної стратегії та інші втручання в процес навчання.

Історія подій накопичується у всіх режимах навчання, тому під час переходу від режиму вільної навігації до режиму навчання з ЕС враховують попередні результати. Автор установлює правила ЕС за допомогою кодування динаміки події E протягом усього навчання трійкою: $C_E = \langle F_E, N_E, R_E \rangle$, де F_E – динаміка частоти події на інтервалі (часто; рідко; спочатку рідко, потім частіше і т. п.), N_E – відношення довжини протоколу до запланованого часу навчання T_0 , R_E – відношення числа подій, що відбулися, до числа можливих або, як у випадку користування довідковою інформацією, до числа очікуваних.

Докладний протокол навчання може бути отриманий, якщо зберігати трійки $C_E(I_j)$ для декількох важливих інтервалів I_j : навчальна мета; заняття; тимчасові інтервали (сьогоднішнє заняття, останню годину і т. п.).

В інструментарії розробки навчальних систем дизайнеру сторінки надається можливість самостійно розробляти нові типи вправ, складаючи їх із зумовлених компонентів (напису, зображення, кнопки та ін.). Такий шаблон може використовуватися для складання вправ. Під час розробки шаблону і редагування вправ дизайнер сторінки надає автору можливість розташовувати компоненти на екрані та змінювати їх зовнішній вигляд, постійно спостерігаючи результат своїх дій. Стандартні форми залишаються як засіб швидкого введення змісту вправ.

Завдяки системі навігації по курсу автор визначає план навчання (не обов'язково лінійна послідовність занять), він може містити розгалуження і цикли, керовані скриптами. Автор може зіставити скрипт будь-якої події навчання, починаючи з простих подій (натискання миші, введення з клавіатури і т. п.) і закінчуючи складними (помилка певного типу, перехід до наступної глави і т. п.). Автору, який

не має навичок програмування, надається спосіб представлення тексту скрипта у вигляді послідовності «дій» та інструмент для її редагування.

З появою нових мультимедіаможливостей Windows (графічні, аудіо- та відео-формати, анімація і т. п.) вони стають доступними інструментарію DEL. Побудова навчального курсу, яка передбачає його розбиття на незалежні бази навчальних модулів (бібліотеки), уможливила багаторазове використання навчальних модулів в інших курсах. Спеціалізовані компоненти (вправи, протокол, презентація) вимагають великих витрат під час розробки нових типів вправ:

1. Опис способу надання студентом відповіді на питання.
2. Визначення помилки (тип, кількість балів, коментар).
3. Ведення протоколу навчання.
4. Розробка мультимедіапрезентацій.

Змістовна частина курсу тепер може імпортуватися з БД стандартних форматів. Цей імпорт може проводитися під час роботи автора (щоб потім допрацювати вправи вже з допомогою авторської системи) та безпосередньо під час роботи курсу на ПК студента (це дає змогу динамічно оновлювати зміст курсу).

Використання інтернету сприяє тому, що готовий навчальний курс може бути опублікований у декількох варіантах: Windows-програма, що працює з CD, жорсткого диска або в локальній мережі; Windows-програма, яка використовує навчальний контент, що знаходиться на віддаленому сервері; Windows-програма, що автоматично встановлюється з віддаленого сервера та використовує віддалені дані. На основі інструментарію можуть бути створені мультимедійні навчальні та тестувальні системи з різних предметних сфер.

Особливості онтологічного моделювання процесів навчання. Були розроблені різні моделі організації дистанційного навчання, одну з яких створено для застосування в ній технології розробки навчальних курсів на основі запропонованого інструментарію «DEL». Частина онтологічної моделі організації навчання в системі DEL наведено на рис. 1.

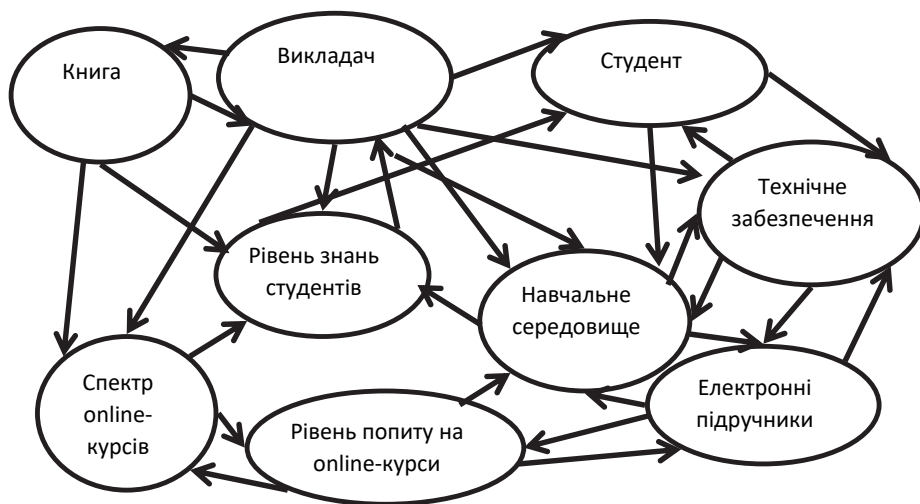


Рис. 1. Частина онтологічної моделі в системі DEL

На основі цієї моделі процесів дистанційного навчання були апробовані її окремі компоненти. Крім того, проведено online-сеанси навчання з використанням мультимедійного навчального контенту.

Використання онтологічних моделей навчальних систем сприяє легкому оновленню навчального контенту, додаванню різних елементів, підвищенню якості засвоєння навчального матеріалу (завдяки передбаченій в онтологічній моделі індивідуалізації процесів навчання для кожного студента).

Навчальний матеріал може бути представлений у вигляді набору дерев з перекресними посиланнями. Це відповідає не тільки ієрархичності загальної структури навчального матеріалу, а й великій кількості посилань на структури нижчого рівня навчального матеріалу (допоміжний та додатковий контент), що відображають взаємозв'язки різних навчальних цілей, завдань і т. п.

Основна мета «DEL» – розробка і доведення до практичного використання такої комп'ютерної навчальної системи, яка моделювала б усіх учасників освітнього процесу (викладачів, студентів, менеджерів освіти, навчального контенту, стратегій, цілей та завдань навчання) і організовувала б оптимальну їх взаємодію.

«DEL» підтримує, зокрема:

- механізми формування моделей викладача і студента;
- введення певним чином організованого навчального контенту з елементами мультимедіа;
- імітування процесу реального навчання з урахуванням характерних його особливостей;
- взаємну адаптацію викладача і студента;
- здібності студента;
- оптимальність стратегії дозування знань і вправ викладачем;
- швидкість запам'ятовування і забування знань студентом;
- тривалість і стійкість активного стану процесу навчання.

У цьому підході викладач і студент інтерпретувалися за допомогою відповідних онтологічних моделей (Кулинич, 2003; Tkachenko, Tkachenko and Tkachenko, 2020; Смирнов, 2001), а процес навчання полягає в їхній ітеративній взаємодії. З боку моделі «викладача» на кожному кроці вибирається оптимальна з його погляду подача моделі-«студента» навчального контенту на основі того, як «засвоїла» на попередніх кроках навчання таку інформацію модель-«студент». Навчальна система є відкритою та універсальною для заданого класу предметних сфер, а також легко поповнюється інформацією. Модельним класом предметних сфер є реальні мови. Ці навчальні системи після наповнення їх конкретним навчальним контентом стають комп'ютерними навчальними системами. У проблемі синтезу адаптивного комп'ютерного «викладача» необхідно розв'язати такі завдання:

1. Синтез автомата «вчителя».
2. Синтез автомата «учня».
3. Розробка інформаційної системи, аналогічної до підручників з вправами.
4. Вироблення оптимальної стратегії взаємодії компонентів 1–3.
5. Створення інтерфейсу з широкими сервісними послугами для користувача.

Розв'язання завдань 1–4 пов'язане з розв'язанням таких проблем:

1. Розробка БД і баз знань, що складаються з великих масивів синтаксичної інформації зі складною семантикою та нечіткими логічними зв'язками.

2. Розробка простору опису станів моделей «викладача» і «студента» із зазначенням зв'язків між ними, що сприяє функціонуванню цих моделей.

3. Розробка оптимальних стратегій взаємодії моделі-«викладача» з моделлю-«студентом» засобами теорії онтологій, нечіткої логіки, процедурами типу розпізнавання образів та ін.

Розв'язанню цих проблем присвячені дослідження зі створення якісних електронних підручників (Башмаков и Башмаков, 2003; Allen and Seaman, 2008; Liu, 2017; Гребенев и Чупрунов, 2007). Теоретичним фундаментом моделювання процесів навчання є моделі і методи, створені авторами або залучені з теорії інтелектуальних систем.

Висновки. Онтологічні моделі охоплюють процеси навчання та відіграють вирішальну роль. Такі моделі є основою комп'ютерної дистанційної освіти. Це набуває актуальності особливо в наш час, коли є COVID-загроза. За допомогою онтологічних моделей можна, зокрема, надавати та візуалізувати детальну навчальну інформацію та управлінську інформацію, якими обмінюються підсистеми; час та умови ініціалізації підсистем; стан підсистем; проблеми і помилки функціонування комп'ютерної навчальної системи чи окремих її підсистем (компонентів).

Однією з головних проблем під час створення комп'ютерних навчальних систем є завдання формалізації знань експерта (викладача) і подання їх у вигляді, необхідному для функціонування системи. Навіть при використанні найбільш ефективних авторських систем у середньому на підготовку 1 години уроку потрібно 10–15 годин роботи автора. Основну складність тут представляє формалізація знань, необхідних для інтерпретації (оцінки) результатів учня і залежно від цього подальшої навігації по навчальному курсу.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

Андреев, А.А., 2018. *Применение телекоммуникаций в учебном процессе*. Москва: ВУ.
Башмаков, А.И. и Башмаков, И.А., 2003. *Разработка компьютерных учебников и обучающих систем*. [e-book] Москва: Информационно-издательский дом Филинь. Доступно: <https://www.studmed.ru/bashmakov-ai-bashmakov-ia-razrabotka-kompyuternykh-uchebnikov-i-obuchayuschiy-sistem_3f6d93393df.html> [Дата обращения 29 сентября 2020].

Гребенев, И.В. и Чупрунов, Е.В., 2007. Теория обучения и моделирование учебного процесса. *Инновации в образовании*, 1, с.28-32.

Дистанционное обучение, e-learning, СДО, 2003. *Дистанционное обучение информационный портал*. [online] Available at: <<http://www.distance-learning.ru>> [Дата обращения 03 октября 2020].

Красильникова, В.А., 2009. *Теория и технология компьютерного обучения и тестирования*. [e-book] Москва: Дом педагогики. Доступно: <<https://www.studmed.ru/krasilnikova>>

va-teoriya-i-tehnologiya-kompyuternogo-obucheniya-i-testirovaniya> [Дата обращения 04 октября 2020].

Кудрявцев, В., Вашик К., Строгалов, А., Алисейчик, П. и Перетрухин, В., 2006. Об автоматном моделировании процесса обучения. *Дискретная математика*, 8 (4), с.3-10.

Кулинич, А.А., 2003. Методология когнитивного моделирования сложных плохо определенных ситуаций. В: *Вторая международная конференция по проблемам управления*. Избранные труды, 17-19 июня 2003 г. Москва. ИПУ РАН. [online] Москва, с.219-226. Доступно: <<http://www.raai.org/about/persons/kulinich/>> [Дата обращения 03 октября 2020].

Подколзин, А.С., 2008. О формализации приемов решения математических задач. *Интеллектуальные системы*, 3 (3/4), с.51-74.

Смирнов, С.В., 2001. Онтологический анализ предметных областей моделирования. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*, [online] 3 (1), с.62-70. Доступно: <<https://cyberleninka.ru/article/n/ontologicheskii-analiz-predmetnyh-oblastey-modelirovaniya>> [Дата обращения 03 октября 2020].

Соловов, А.В., 2016. *Электронное обучение: проблематика, дидактика, технология*. Самара: Новая техника.

Строгалов, А.С., 1998. Компьютерные обучающие системы: некоторые проблемы их разработок. В: «*Вузовская педагогика в информационном обществе*». Москва: Российский государственный гуманитарный университет, с.68-72.

Tkachenko, O., Tkachenko, A. and Tkachenko, K., 2020. Ontological Modeling of Situational Management. *Цифрова платформа: інформаційні технології в соціокультурній сфері*, 3 (1), с.22-32.

Allen, I.E. and Seaman, J., 2008. *Staying the Course: Online Education in the United States*. [online] Available at: <<http://www.sloan-c.org/publications/>> [Accessed 03 October 2020].

Communication from the Commission: E-Learning – Designing Tomorrow's Education, 2000. Brussels: European Commission. CrossRef. [online] Available at: <<http://ec.europa.eu/education/archive/elearning/comen.pdf/>> [Accessed 03 October 2020].

Liu, G.Z., 2017. A Key Step to Understanding Paradigm Shifts in E-learning: Towards Context-Aware Ubiquitous Learning. *British Journal of Educational Technology*, 41 (2), pp.1-9.

Wolfe, M., 2018. Broadband Videoconferencing as Knowledge Management tool. *Journal of Knowledge Management*, 11 (2), pp.118-138.

REFERENCES

Allen, I.E. and Seaman, J., 2008. *Staying the Course: Online Education in the United States*. [online] Available at: <<http://www.sloan-c.org/publications/>> [Accessed 03 October 2020].

Andreev, A.A., 2018. *Primenenie telekommunikatsii v uchebnom protsesse* [The use of telecommunications in the educational process]. Moscow: VU.

Bashmakov, A.I. and Bashmakov, I.A., 2003. *Razrabotka kompiuternykh uchebnikov i obuchaiushchikh sistem* [Development of computer textbooks and training systems]. [e-book] Moscow: Informatcionno-izdatelskii dom Filin. Available at: <https://www.studmed.ru/bashmakov-ai-bashmakov-ia-razrabotka-kompyuternyh-uchebnikov-i-obuchaiushchih-sistem_3f6d93393df.html> [Accessed 29 September 2020].

- Communication from the Commission: E-Learning – Designing Tomorrow's Education*, 2000. Brussels: European Commission. CrossRef. [online] Available at: <<http://ec.europa.eu/education/archive/elearning/comen.pdf>> [Accessed 03 October 2020].
- Distantcionnoe obuchenie, e-learning, SDO [Distance learning, e-learning, SDO], 2003. *Distantcionnoe obuchenie informacii portal*. [online] Available at: <<http://www.distance-learning.ru>> [Accessed 03 October 2020].
- Grebenev, I.V. and Chuprunov, E.V., 2007. Teoriia obucheniia i modelirovanie uchebnogo protsessa [Teaching theory and modeling of the educational process]. *Innovacii v obrazovanii*, 1, pp.28-32.
- Krasilnikova, V.A., 2009. *Teoriia i tekhnologiiia kompiuternogo obucheniia i testirovaniia* [Theory and technology of computer training and testing]. [e-book] Moscow: Dom pedagogiki. Available at: <<https://www.studmed.ru/krasilnikova-va-teoriya-i-tehnologiya-kompyuternogo-obucheniya-i-testirovaniya>> [Accessed 04 October 2020].
- Kudriavtcev, V., Vashik K., Strogalov, A., Aliseichik, P. and Peretrukhin, V., 2006. Ob avtomatnom modelirovanii protsessa obucheniia [On automatic modeling of the learning process]. *Diskretnaia matematika*, 8 (4), pp.3-10.
- Kulinich, A.A., 2003. Metodologiiia kognitivnogo modelirovaniia slozhnykh plokh opredelennykh situacii [Methodology of cognitive modeling of complex ill-defined situations]. In: *Vtoraia mezhdunarodnaia konferenciiia po problemam upravleniia* [The Second International Conference on Management Problems]. Selected works, 17-19 June 2003, Moscow. IPU RAS. [online] Moscow, pp. 219-226. Available at: <<http://www.raai.org/about/persons/kulinich/>> [Accessed 03 October 2020].
- Liu, G.Z., 2017. A Key Step to Understanding Paradigm Shifts in E-learning: Towards Context-Aware Ubiquitous Learning. *British Journal of Educational Technology*, 41 (2), pp.1-9.
- Podkolzin, A.S., 2008. O formalizacii priemov resheniia matematicheskikh zadach [On the formalization of methods for solving mathematical problems]. *Intellektualnye sistemy*, 3 (3/4), pp.51-74.
- Smirnov, S.V., 2001. Ontologicheskii analiz predmetnykh oblastei modelirovaniia [Ontological analysis of subject areas of modeling]. *Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*, [online] 3 (1), pp.62-70. Available at: <<https://cyberleninka.ru/article/n/ontologicheskii-analiz-predmetnykh-oblastey-modelirovaniya>> [Accessed 03 October 2020].
- Solovov, A.V., 2016. *Elektronnoe obuchenie: problematika, didaktika, tekhnologiiia* [E-learning: problems, didactics, technology]. Samara: Novaia tekhnika.
- Strogalov, A.S., 1998. Kompiuternye obuchaiushchie sistemy: nekotorye problemy ikh razrabotok [Computer training systems: some problems of their development]. In: *"Vuzovskaia pedagogika v informaciiionnom obshchestve"* ["University pedagogy in the information society"]. Moscow: Rossiiskii gosudarstvennyi gumanitarnyi universitet, pp.68-72.
- Wolfe, M., 2018. Broadband Videoconferencing as Knowledge Management tool. *Journal of Knowledge Management*, 11 (2), pp.118-138.
- Tkachenko, O., Tkachenko, A. and Tkachenko, K., 2020. Ontological Modeling of Situational Management. *Digital Platform: Information Technologies in Sociocultural Sphere*, 3 (1), pp.22-32.

UDC 004:37.018.43***Tkachenko Olha,****PhD in Physics and Mathematics,**Associate Professor at the Department of Information Technologies and Design,**State University of Infrastructure and Technology,**Kyiv, Ukraine**oitkachen@gmail.com**<https://orcid.org/0000-0003-1800-618X>****Tkachenko Kostyantyn,****PhD in Economics,**Associate Professor at the Department of Information Technologies and Design,**State University of Infrastructure and Technology,**Kyiv, Ukraine**tkachenko.kostyantyn@gmail.com**<https://orcid.org/0000-0003-0549-3396>****Boniar Mykhailo,****Master's Student at the Department of Information Technologies and Design,**State University of Infrastructure and Technology,**Kyiv, Ukraine**sveta_bonyar@ukr.net**<https://orcid.org/0000-0001-8914-8412>***ONTOLOGICAL MODELLING OF LEARNING PROCESSES**

The purpose of the article is to study, analyze and consider general problems and prospects for the use of ontologies in modelling learning processes.

The research methodology consists of methods of semantic analysis of the basic concepts of this subject area (learning processes and learning management processes). The existing approaches to modelling of educational processes are considered in the article.

The novelty of the research is the problem-solving of learning processes intellectualization based on formal ontological models.

The conclusion of the research carried out in the article is that the work analyzed the existing problems and prospects for the use of ontologies in modelling learning processes. Taking into account the results of the analysis, the authors have developed a multilevel ontological model, which is important for solving problems of improving the efficiency of learning processes (especially distance, online-learning, e-learning) through the use of computer training systems.

Keywords: intellectualization of learning processes; modeling of learning processes; ontological model; ontological model of "teacher"; ontological model of "student".

УДК 004:37.018.43**Ткаченко Ольга,**

кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры информационных технологий и дизайна,
Государственный университет инфраструктуры и технологий,
Киев, Украина
oitkachen@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-1800-618X>

Ткаченко Константин,

кандидат экономических наук,
доцент кафедры информационных технологий и дизайна,
Государственный университет инфраструктуры и технологий,
Киев, Украина
tkachenko.kostyantyn@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-0549-3396>

Боняч Михаил,

магистрант кафедры информационных технологий и дизайна,
Государственный университет инфраструктуры и технологий,
Киев, Украина
sveta_bonyar@ukr.net
<https://orcid.org/0000-0001-8914-8412>

ОНТОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОБУЧЕНИЯ

Целью статьи является исследование, анализ и рассмотрение общих проблем и перспектив использования онтологий при моделировании процессов обучения.

Методами исследования являются методы семантического анализа основных понятий данной предметной области (учебные процессы и процессы управления обучением). В статье рассмотрены существующие подходы к моделированию учебных процессов.

Новизной проведенного исследования является решение проблем интеллектуализации процессов обучения на основе формальных онтологических моделей.

Выводы. В работе были проанализированы существующие проблемы и перспективы применения онтологий в моделировании процессов обучения. Учитывая результаты проведенного анализа, разработана многоуровневая онтологическая модель, имеющая важное значение для решения проблем повышения эффективности процессов обучения (особенно дистанционного, online-обучения, e-learning) за счет использования компьютерных обучающих систем.

Ключевые слова: интеллектуализация процессов обучения; моделирование процессов обучения; онтологическая модель; онтологическая модель «преподавателя»; онтологическая модель «студента».

07.11.2020