

**Zubkov Oleg** – PhD, associate professor of the Department of Media Engineering and Information Radioelectronic Systems, Kharkov National University of Radioelectronics, 14 Nauka Avenue, Kharkov, Ukraine, 61166; E-mail: oleh.zubkov@nure.ua.

**Kartashov Volodymyr** – Doctor of technical sciences, professor, Head of the Department of Media Engineering and Information Radioelectronic Systems, Kharkov National University of Radioelectronics, 14 Nauka Avenue, Kharkov, Ukraine, 61166; E-mail: volodymyr.kartashov@nure.ua.

УДК 004.853

**В. О. ЛІСКІН**

## ТЕХНОЛОГІЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ СТВОРЕННЯ КОНТЕНТУ СИСТЕМ КОМП'ЮТЕРНОГО НАВЧАННЯ

Проведено класифікацію систем комп'ютерного навчання. Досліджено поняття «онтологічного інжинірингу». Доведено актуальність розробки засобів автоматизації створення контенту. В роботі запропоновано метаонтологію навчальної дисципліни та модель тестового запитання. Модель тестового запитання дозволяє розробити алгоритми автоматичного генерування тестових запитань і контрольних робіт. Розроблену технологію узгоджено з таксономією Блюма та психологічними теоріями сприйняття навчального контенту. Експериментальне дослідження виявило кореляцію між розробленими методами автоматизованої перевірки знань з традиційними методами.

**Ключові слова:** інформаційна технологія, електронне навчання, дистанційне навчання, навчальний контент, метаонтологія, бази знань.

Проведена классификация систем компьютерного обучения. Исследовано понятие «онтологического инжиниринга». Доказана актуальность разработки средств автоматизации создания контента.

В работе предложено метаонтологию учебной дисциплины и модель тестового вопроса. Модель тестового вопроса позволяет разработать алгоритмы автоматического генерирования тестовых вопросов и контрольных работ.

Разработанную технологию согласован с таксономией Блума и психологическими теориями восприятия учебного контента.

Экспериментальное исследование выявило корреляцию между разработанными методами автоматизированной проверки знаний с традиционными методами.

**Ключевые слова:** информационная технология, электронное обучение, дистанционное обучение, учебный контент, метаонтология.

In this article, a classification of e-learning systems has been conducted. The “ontological engineering” term is researched. The relevance of development of means for automatization of content creation is grounded with proof.

This work proposes a metaontology of learning disciplines and the model for a test question. The metaontology of a learning disciplines is constituted of the didactic and content parts. The didactic part implements cross-subject connections, while the content part represents the knowledge of certain disciplines. The test question model allows developing algorithms for automatic generation of test and test questions.

The developed technology is matched with Bloom's taxonomy and psychological theories of content perception. The basis for an ontology driven management system is an engine, which ensures synchronous content playback and supports learning in a two-windowed mode. The educational application of ontology driven learning information technologies is based on granting lecture lessons with an additional motivational component, creation of computer based support of unsupervised work, automatization of knowledge level control tasks, which would allow to create more time for individual interaction between the student and the teacher.

The conducted experimental research has shown a correlation between the developed methods of automated knowledge testing and traditional methods.

**Keywords:** Information technology, e-learning, distance learning, educational content, metaontology.

**Вступ.** Розвиток сучасного суспільства характеризується постійно зростаючою роллю інформаційних технологій в усіх сферах людської діяльності. В останні роки об'єми інформації та знань збільшились в багато разів, що призвело до необхідності пошуку нових способів зберігання, представлення, формалізації, систематизації та автоматичної обробки інформації в комп'ютерних системах.

Пріоритетом концепції освіти є навчання через усе життя, основна форма якої – самостійна робота. При цьому значно зростає роль систем комп'ютерного навчання та дистанційної освіти як основного засобу навчання.

В той же час процес модернізації системи освіти який проходить в руслі Євроінтеграційних прагнень України та зростаюча кількість інформації виявила тренд до скорочення аудиторних годин і відповідно до зменшення часу на спілкування студентів із викладачем. У всьому світі визнано, що найбільш якісна освіта є при співвідношенні взаємодії одного викладача із одним студентом. Зазначені проблеми у освітній сфері можуть бути вирішені шляхом запрова-

дження у процес навчання вищих навчальних закладів України систем дистанційної освіти.

**Аналіз літературних даних та постановка проблеми.** З входженням у європейський освітній простір в Україні розвивається дистанційне навчання, яке регламентується з 2013 року положенням МОН України. Дистанційне навчання – це індивідуалізований процес набуття знань, умінь, навичок і способів пізнавальної діяльності людини, який відбувається в основному за опосередкованої взаємодії віддалених один від одного учасників навчального процесу у спеціалізованому середовищі, яке функціонує на базі сучасних психолого-педагогічних та інформаційно-комунікаційних технологій [1].

Під дистанційним навчанням розуміється взаємодія викладачів та студентів на відстані, що відбиває цілі, методи, організаційні форми і засоби навчання, реалізовані засобами інтерактивних технологій та представлені системами управління навчанням [2].

Електронне навчання сприяє створенню умов для розвитку особистісних якостей студентів в процесі освіти. Воно розглядається як спосіб підвищення

© В. О. Ліскін. 2017

ефективності засвоєння навчального матеріалу за рахунок аудіального, візуального, кінестетичного типів сприйняття інформації. Одночасне використання всіх трьох типів сприйняття підводить студента до стереоскопічного сприйняття [3].

Сучасне електронне навчання, включаючи системи на основі технології LMS (Learning Management System), MOOC (Massive Open Online Courses), Wiki та ін., характеризується високими темпами появи нових освітніх ресурсів і великим обсягом освітніх даних. При цьому кожен новий електронний курс, як правило, існує самостійно, а його автори створюють весь необхідний для його вивчення контент.

Домінують в області Internet освіти LMS – системи управління навчанням. До таких платформ відносяться WebCT/Blackboard, Moodle, Sakai. З точки зору еволюції електронного навчання вони забезпечили перехід до реалізації модульної архітектури і показали необхідність семантичного обміну [4]. Під впливом Web 2.0, який перетворив користувача інтернет з пасивного читача в автора, у терміні eLearning з'явився додатковий ідентифікатор – 2.0, що виводить навчання на новий рівень застосування соціального програмного забезпечення в учбовому процесі [5].

Досвід використання Moodle [6] показав, що застосування тестів з невеликим банком питань (менше 100) доцільно лише з метою перевірки знань, а використання тестів у режимі навчання можливе за наявності певної кількості (не менше 20) питань, що стосуються одного і того-ж факту з різними формулюваннями. Створення таких банків питань, її верифікація є досить трудомістким процесом.

Таким чином, розробка інформаційної технології, що базується на онтологічному інжинірингу освітніх процесів на основі семантичних технологій дозволить вирішити задачу автоматизації створення і підтримки в актуальному стані навчальних матеріалів, створення якісного контенту та дозволить вдосконалити контроль знань звільнивши час викладача від рутинної роботи на користь її творчої складової, при цьому підвищить якісний рівень освіти в системах комп'ютерного навчання та дистанційної освіти.

**Ціль та задачі дослідження.** Метою дослідження є створення технології підвищення ефективності навчального процесу ВНЗ шляхом інтеграції засобів комп'ютерного навчання та дистанційної освіти що базуються на підході онтологічного інжинірингу навчальних дисциплін. Для досягнення поставленої мети було поставлено й виконано такі задачі:

1. Провести дослідження підходів побудови та використання систем комп'ютерного навчання та дистанційної освіти, існуючих методів, моделей та технологій побудови онтологій навчальних дисциплін.

2. Розробити модель метаонтології навчальної дисципліни, яка дозволить автоматизувати створення контенту систем комп'ютерного навчання та дистанційної освіти.

3. Розробити концепцію рушія інформаційної системи та розробити онтологізовану інформаційну систему для комп'ютерного навчання та дистанційної освіти. Обґрунтувати навчальну методику інтеграції розроблених засобів в навчальний процес.

5. Провести експериментальне дослідження розроблених технологій з використанням розробленої онтологізованної інформаційної системи в навчальному процесі.

6. Проаналізувати результати застосування розробленої онтологізованної інформаційної системи.

**Дослідження підходів побудови та використання систем комп'ютерного навчання та дистанційної освіти, існуючих методів, моделей та технологій побудови онтологій навчальних дисциплін.** В результаті проведеного в роботі огляду засобів та технологій електронного навчання було запропоновано умовно поділити їх за функціональним призначенням на три групи: ті що забезпечують комунікацію і колективну взаємодію (соціальні мережі), ті, що зберігають, верифікують, рейтинують і надають доступ до знань або інформації – репозитарії та системи управління навчанням (Learning management systems LMS). Звичайно кожен окремих програмний засіб або Web-сервіс поєднує в собі в тій чи іншій мірі різні функціональні можливості. (рис. 1):

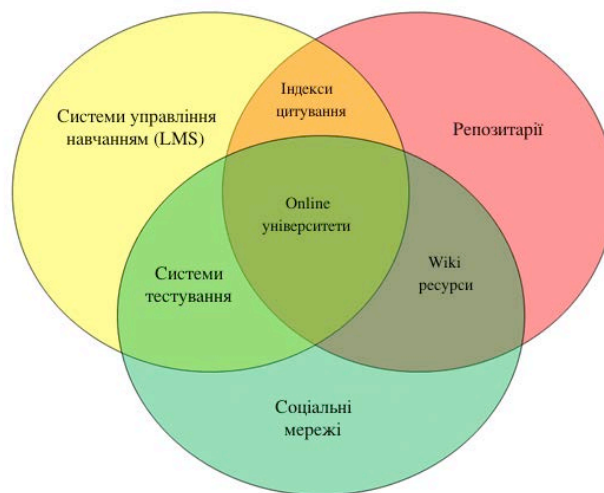


Рис. 1 – Діаграма функціональних можливостей технологій електронного навчання

На перетині функціоналу “LMS” та “репозитарій” знаходяться “індекси цитування”. Перетин груп “LMS” та “соціальні мережі” відповідає функціоналу “системи тестування”. А перетин “репозитаріїв” та “соціальних мереж” відповідає функціоналу “wiki”. В свою чергу перетин всіх трьох груп відповідає утворюють “online університети”.

Разом з тим розглянуті програмний засіб або Web-сервіс технології електронного навчання не надають в достатній кількості засобів автоматизації створення навчального контенту. Зокрема вони надають засоби для проведення лекцій, практичних, лабораторних та моніторингу знань студентів, аналізу проведеного моніторингу, але не мають відповідних засобів для створення тестових питань з існуючого контенту.

З розвитком Web 2.0 та соціальних мереж з'явилися нові форми електронної освіти, що виникають в результаті мережевої взаємодії студентів з ви-

кладачем і між собою, так звані колективні знання [4]. Освіта сьогодні не стоїть на місці, проте присутність викладача у віртуальному Інтернет середовищі є необхідною умовою, не тільки в сенсі створення контенту, а й розробки нових методичних прийомів.

Важливу роль при використанні та побудові освітнього процесу відіграють правильно поставлені освітні цілі. Широко відомі результати досліджень в цій галузі проведені Б. Блумом в 1956 році XX сторіччя.

Таксономія Блума – це ієрархічна система освітніх цілей, які охоплюють три рівні діяльності: когнітивну, афективну та психомоторну. Згідно з класифікацією таксономії Блума шести різних рівнів когнітивних освітніх цілей, що охоплюють процес мислення від найпростішого до найскладнішого: знання, розуміння, застосування, аналіз, синтез, оцінка.

На рис. 2 представлено, як на сьогоднішній день система навчання охоплює рівні таксономії.



Рис. 2 – Існуюча ситуація охоплення таксономії системою навчання

Як видно з рис. 2 останні рівні таксономії повністю лежать на самостійній роботі студента, а рівні “знання”, “розуміння”, “застосування” перетинаються в традиційному навчанні та електронному.

З метою повного охоплення таксономії та побудови особистісно-зорієнтованого навчального простору на рис. 3 пропонується бажана ситуація охоплення таксономії.



Рис. 3 – Бажана ситуація охоплення таксономії системою навчання

Запропонована на рис. 3 ситуація охоплення таксономії дає можливість побудови навчального процесу таким чином, щоб викладач створював проблемні ситуації, для їх усвідомлення та прийняття студентами, пошуку варіантів розв'язання різноманітних задач в процесі конструктивної взаємодії на лекційних, практичних та лабораторних заняттях. А самостійна робота студентів ґрунтувалась на електронному навчанні, яке складається з двох компонент: навчального контенту та моніторингу його засвоєння.

Таким чином перерозподіл навантаження та освітніх цілей дасть змогу підняти якісний рівень освіти за рахунок охоплення на заняттях більш високих рівнів когнітивного мислення.

Термін «онтологія» для позначення зв'язкового фрагмента декларативного знання та використання його в інформаційних технологіях було введено Томом Грубером в 1991 році [7].

Сам термін «онтологія» бере свій початок, як філософська дисципліна, яка вивчає найбільш загальні характеристики буття і сутностей. Визначення онтології в IT сфері, як формалізації деякої предметної області з'явилося порівняно недавно [8].

Повноцінна розробка онтологій з точки зору інформаційних систем почалася лише наприкінці 90-х. Це досить нова і мало розроблена галузь прикладної лінгвістики. Онтології широко використовуються у

всіх областях, що займаються обробкою даних на природній мові.

Згідно [9] формальною моделлю онтологічної системи  $Z$  є трійка вигляду:

$$Z = \langle O, P, M \rangle, \quad (1)$$

де  $O$  – метаонтологія;  $P$  – множина предметних онтологій і онтологій завдань предметної області;  $M$  – модель машини виведення даної онтологічної системи.

Метаонтологія  $O$  оперує загальними концептами і відношеннями, які не залежать від конкретної предметної області. Концептами метаонтології є “об’єкт”, “властивість”, “значення”. в той час коли предметна онтологія  $P$  містить поняття, що описують конкретну предметну область та відношення [9].

Онтологічний інжиніринг в освітньому процесі, зокрема в електронному навчанні, дозволяє отримати ряд переваг, таких як [10]:

- обмін інформацією між системами навчання та навчальними дисциплінами;
- надання можливості повторного використання навчальних об’єктів, таких як навчальні програми, банк тестів та ін.;
- реалізація інтелектуальної і персоналізованої підтримки студента [11];
- використання візуальних моделей предметних областей в викладанні різних дисциплін [12].

Використання онтології в освітньому процесі робить його більш адаптивним щодо побудови навчального процесу, опису моделей предметних областей навчальних дисциплін і дозволяє використовувати міждисциплінарні зв’язки та зв’язки між різними об’єктами освітнього процесу [13, 14].

Таким чином, застосування онтологічного інжинірингу для систем електронного навчання дозволяє описувати предметні області, що вивчаються в дистанційних курсах, зберігати інформацію про відносини між об’єктами предметної області, проводити аналіз змісту предметної області, змісту навчальних матеріалів та роботи студентів.

**Модель метаонтології навчальної дисципліни, яка дозволить автоматизувати створення контенту систем комп’ютерного навчання та дистанційної освіти.** Модель метаонтології навчальної дисципліни складається з двох частин змістовної та дидактичної.

$$O^{Meta} = \langle O^{Diadectics}, O^{Content} \rangle. \quad (2)$$

На підставі вивченого досвіду за елементом сутності дидактичної частини метаонтології повинна бути одиниця знання, яка з одного боку відповідає формальному поняттю [15], гештальтальту [16], концепту [17], але може бути названа або уявна. Для позначення такої одиниці запропоновано використовувати термін “чанк знань” по аналогії з [18] далі за текстом

«чанк» Таким чином базовим елементом – сутністю дидактичної онтології була взята трійку:

<чанк знань, мітка в контенті, відношення>.

Або:

$$O^{Diadectics} = \langle Ch, L, R \rangle, \quad (3)$$

де  $Ch = \{ch_i\}$  – множина чанків з якої складається дидактична онтологія;  $L_i = \{l_{1i}, \dots, l_{mi}\}$  – множина міток в контенті;  $R = \{r_j\}$  – множина відношень, при цьому є два відношення “чанк-чанк”, “чанк-мітка”, які можуть бути різних типів «вивчається після», «витікає з», «тотожність» «відповідність».

Мітки в контенті зв’язують змістовні блоки в рамках однієї дисципліни в різних типах контенту, будь то текстовий файл, презентація, відео файл, тест або контрольна робота. А також пов’язують чанки з контентом інших дисциплін.

Чанк вказує на деякий об’єкт предметної області, що представляється для вивчення студентів. Відношення дидактичного слідування між чанками вказує на порядок слідування чанків.

Так, наприклад чанк з дисципліни “Алгебра і геометрія” – “Система лінійних алгебраїчних рівнянь” має слідувати після вивчення чанків з меншою/більшою вагою (рис. 4).

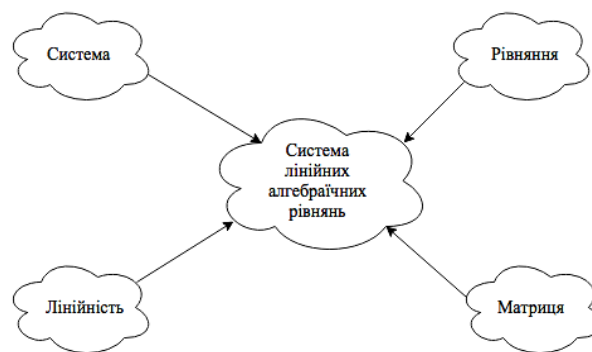


Рис. 4 – Чанк “СЛАР”

З другого боку змістовна модель метаонтології навчальної дисципліни представляється трійкою:

$$O^{Content} = \langle C, A, R \rangle, \quad (4)$$

де  $C = \{c_i\}$  – множина об’єктів з якої складається онтологія навчальної дисципліни  $O^{Content}$ ;  $A_i = \{a_{1i}, \dots, a_{ni}\}$  – множина властивостей об’єктів  $c_i$ ,  $n$  – кількість властивостей, які описують даний об’єкт;  $R = \{r_k\}$  – множина відношень між об’єктами та властивостями.

При побудові змістовної онтології навчальної дисципліни потрібно виділити основні сутності дисципліни [19]. Дані сутності співставляються з класами (рис. 5). В свою чергу кожен клас має ряд певних властивостей.

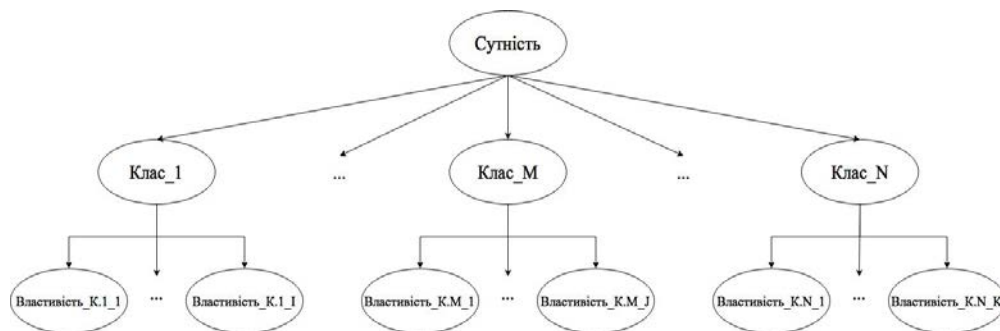


Рис. 5 – Принцип побудови онтології навчальної дисципліни

Множина об'єктів з якої складається онтологія навчальної дисципліни  $O^{Content}$  разом з властивостями цих об'єктів та відношеннями між ними відображають знання студента з певної дисципліни.

Однією з головних особливостей розробленої моделі онтології є можливість міжпредметного зв'язування об'єктів в електронних курсах.

Онтології різних дисциплін, які побудовані за однією схемою, завдяки дидактичній частині, дають змогу автоматично виявляти міжпредметні зв'язки, і таким чином створювати нові міжпредметні онтології.

Наприклад, тест за курсом «Обчислювальна геометрія та комп'ютерна графіка» включає в себе вико-

ристання чанків, таких як «Вектор» і «Система координат».

Якщо студент не зможе успішно пройти даний тест, то за рахунок дидактичної онтології буде зрозуміло, що студент не засвоїв ці знання, а тому йому потрібно рекомендувати до повторення не тільки лекції з комп'ютерної графіки, а й певні лекції з векторної алгебри. Даний приклад демонструє зв'язування курсів «Обчислювальна геометрія та комп'ютерна графіка» та «Алгебра і геометрія» за допомогою чанків «Вектор» і «Система координат». Описаний приклад представлений на рис. 6.

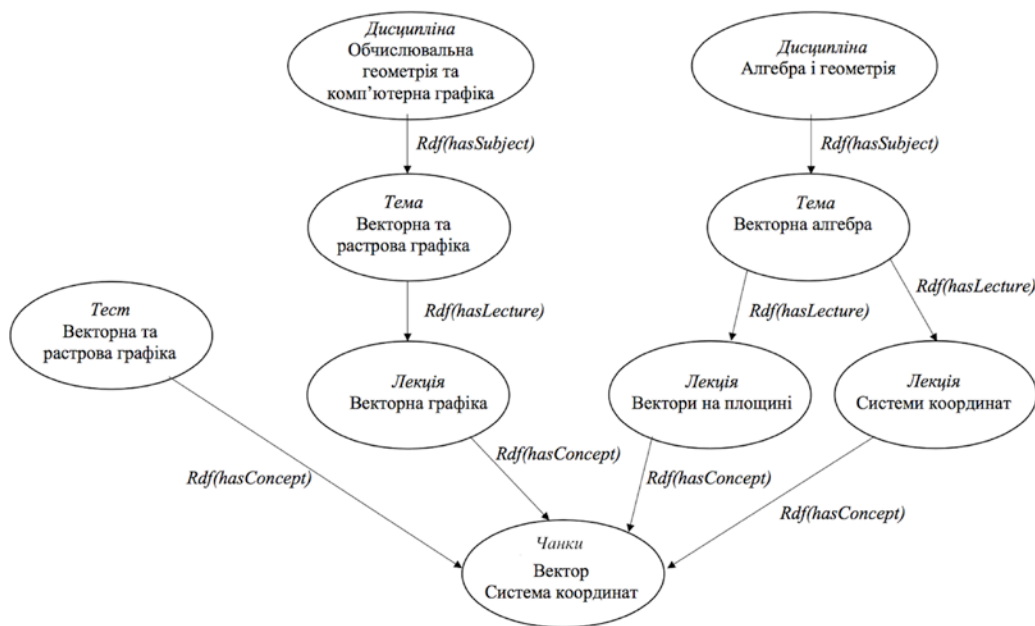


Рис. 6 – Міжпредметний зв'язок курсів

Таким чином, вирішена задача формування структури навчального матеріалу предметної області дисципліни за рахунок визначення властивостей навчальних об'єктів (теоретичного і практичного фрагменту, тестового завдання), що визначаються вектором параметрів (метаданих) і базуються на поняттях.

Для детального опису змісту тестових питань та їх автоматизованої генерації запропонована концепція онтології тестового питання. Онтологія тестових питань будується на основі онтології навчальної дисципліни в системах електронного навчання та інтегру-

ється в основну онтологію з метою деталізації предметної області, навчальних тестів в системах дистанційної освіти. Онтологія тестового завдання розроблялась за рахунок розкриття та конкретизації існуючих онтологій вищих рівнів, а саме детального розкриття кожного концепту та на основі детального розбору структури та типів тестових завдань, які були в системі дистанційної освіти. Саме тому онтологія тестового завдання має пірамідальну структуру.

Основними класами онтології тестового питання є:  
– тест;

- тип тестового питання;
- обчислювальне завдання;
- типізоване питання;
- типізована відповідь.

Основною метою онтології тестового питання є представлення структури тестових завдань і надання можливості автоматичного семантичного зв'язування завдань тестів з концептами предметної області та автоматизованої генерації тестових питань по заданому концепту.

Як зазначалось в роботі [20], в основі міні-онтології тестового питання лежить поняття. Пропонується розглядати поняття як набір ланцюжків: сутність – зв'язок – опис, якому передують нотація:

*Concept = Notatio: Essentia – Ligamentum – Descriptio* (лат.) (5)

Або :

$$, C = \langle N, E, L, D \rangle, \quad (6)$$

де,  $N$  – нотація;  $E = \{E_i\}$  – кортеж сутностей предметної області;  $L$  – зв'язки;  $D = \{D_i\}$  – кортеж властивостей.

У зв'язку з тим, що в різних роботах українські терміни: «поняття», «контекст», «сутність» мають різні значення ми вживатимемо латинські терміни.

Таблиця 1 – Узагальнений приклад поняття предметної області з 5 сутностей

Concept: "Concept_Name", Notatio: "Notatio_Name"		
E	L	D
<i>Essentia_1</i>	<i>Ligamentum_A</i>	<i>Descriptio_1</i>
<i>Essentia_2</i>		<i>Descriptio_2</i>
<i>Essentia_3</i>		<i>Descriptio_3</i>
<i>Essentia_4</i>		<i>Descriptio_4</i>
<i>Essentia_5</i>		<i>Descriptio_5</i>

Розроблено міні-онтологію обчислювального завдання. В основі міні онтології обчислювального завдання лежить тип завдання. Пропонується розглядати завдання як набір ланцюжків: відповідь – математичні перетворення – проміжний результат – задача:

Або :

$$, T = \langle X, A_1 \dots A_n, X_1 \dots X_n, P \rangle, \quad (7)$$

де,  $X$  – відповідь на обчислювальне завдання;  $A_1 \dots A_n$  – математичні перетворення, які формують умову;  $X_1 \dots X_n$  – проміжні результати відповідно до перетворень;  $P$  – умова обчислювального завдання.

На основі дослідження існуючих методів представлення онтологій, були розроблені правила та рекомендації щодо побудови онтології предметної обла-

сті. А саме те, що ієрархія властивостей в представленні онтології повинна відповідати зв'язці тестового запитання.

**Концепція рушія інформаційної системи та онтологокерована інформаційна система для комп'ютерного навчання та дистанційної освіти. Обґрунтування навчальної методики інтеграції розроблених засобів в навчальний процес.** Концепція рушія онтологокерованої системи електронного навчання базується на "клієнт-серверній" архітектурі та має зручну для налаштування модульну структуру. Структура ОСЕН представлена на рис. 7.

Клієнтська частина ОСЕН базується на Web-браузері, який в залежності від типу користувача надає: інтерфейс адміністратора, інтерфейс викладача, інтерфейс студента.

Серверна частина ОСЕН складається з рушія підтримки онтологокерованого навчання, бази даних користувачів і результатів навчання та бази знань, яка поєднує онтологію навчальних дисциплін та навчальний контент.

Основними модулями є: модуль адміністрування, модуль аналізу результатів, модуль роботи з контентом, модуль чату, модуль тестування та модуль інтерактивного навчання.

Навчальний контент за допомогою метаонтології навчальних дисциплін та мініонтологій тестових завдань зберігається в базі знань, до якої надається доступ через модуль доступу до бази даних та бази знань.

Для того щоб розроблена технологія реалізувала принципи індивідуалізації та диференціації процесу навчання було співставлено тип тестового питання у відповідності до компетенцій таксономії Блума (табл. 2).

Завдання I рівня складаються з типових завдань на один, два кроки. При виконанні правильно всіх завдань максимальна оцінка для студента задовільно (E або D). Це означає, що студент оволодів базовими вміннями з дисципліни.

Завдання II рівня складаються з типових завдань на два-три кроки. При виконанні правильно всіх завдань максимальна оцінка для студента добре (B або C). Це означає, що студент вміє правильно виконувати завдання з достатнім поясненням.

Завдання III рівня складаються з завдань на три-чотири кроки. При виконанні правильно всіх завдань максимальна оцінка для студента відмінно (A). Це означає, що студент оволодів високим знаннями, вміннями та навичками.

Таблиця 2 – Компетенції – тип питання

Компетенції	Тип тестового питання	Диференціація
Знання	TF, так/ні питання; SA, множинний вибір з однією правильною відповіддю	I рівень складності
Розуміння	MA, множинний вибір з декількома правильними відповідями	II рівень складності
Застосування	M, питання на відповідність	III рівень складності

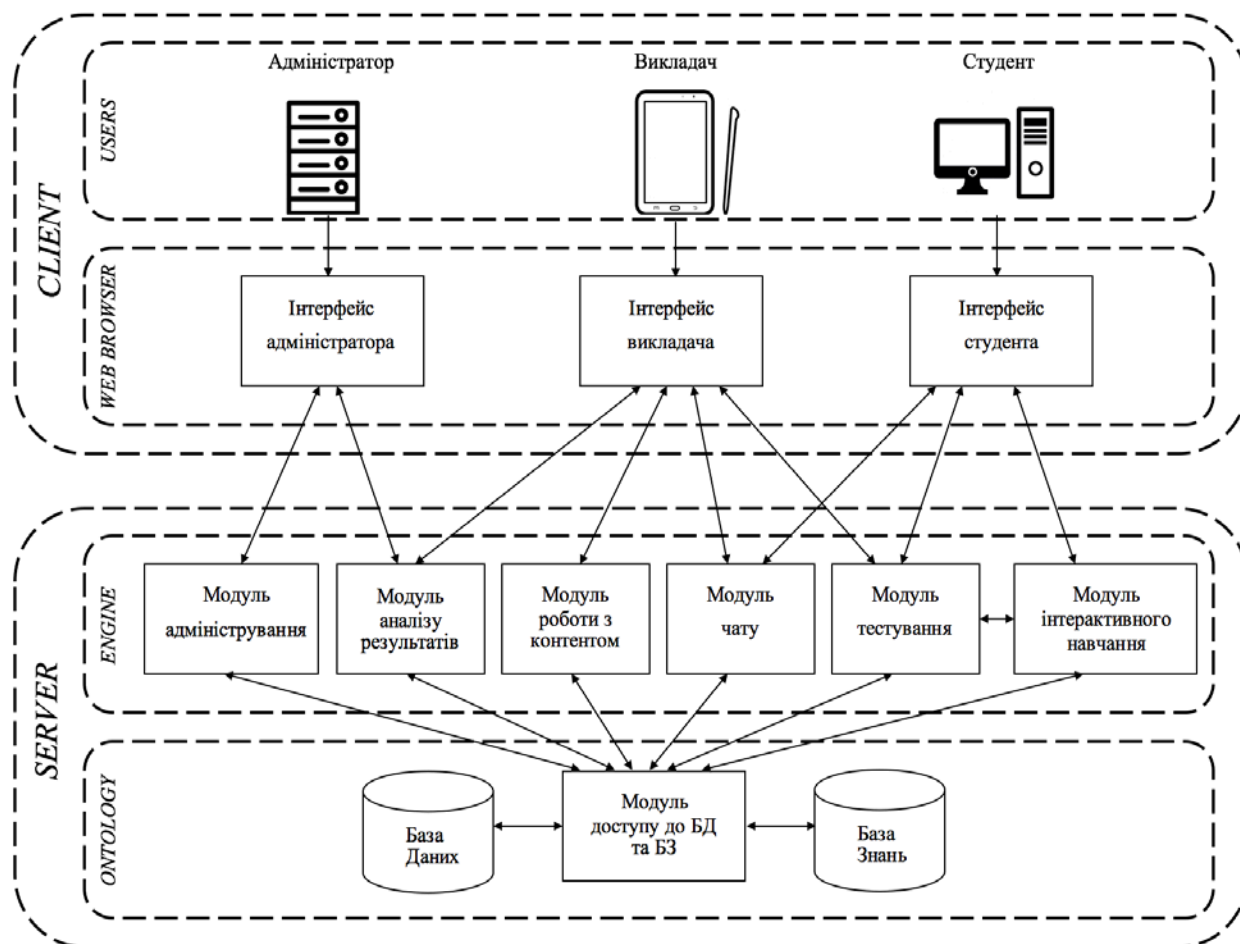


Рис. 7 – Структурна схема онтологокерованої системи електронного навчання

Експериментальне дослідження розроблених технологій з використанням розробленої онтологокерованої інформаційної системи в навчальному процесі. Для перевірки адекватності розробленої ОСЕН було проведено ряд експериментів серед учбових груп студентів кафедри прикладної математики КПІ ім. Ігоря Сікорського протягом 2014-2017 років.

Експеримент проводився на базі трьох навчальних дисциплін: “Алгебра і геометрія” (1 та 2 семестр), “Структури даних і алгоритми” (2 семестр), “Обчислювальна геометрія та комп’ютерна графіка” (4 семестр).

Аналіз методик роботи з тестовими запитаннями показав, що у випадку невеликої кількості банку запитань (до 30 по кожному розділу) тести доцільно використовувати лише для фінального контролю в режимі екзамену. Приймаючи до уваги, що при кожній спробі послідовність запитань і номери правильних відповідей тесту різні, можна розраховувати, на те що кожен студент має свою власну версію тесту, і буде відповідати самостійно.

Результати застосування розробленої онтологокерованої інформаційної системи. Було проведено експеримент, трьом групам студентів було запропоновано пройти тести з однієї теми:

- традиційне тестування до використання ОСЕН;
- тестування за допомогою ОСЕН в режимі «навчання»;
- тестування за допомогою ОСЕН в режимі «екзамен».

Після проведеного експерименту було проаналізовано результати студентів представлені на рис. 8.

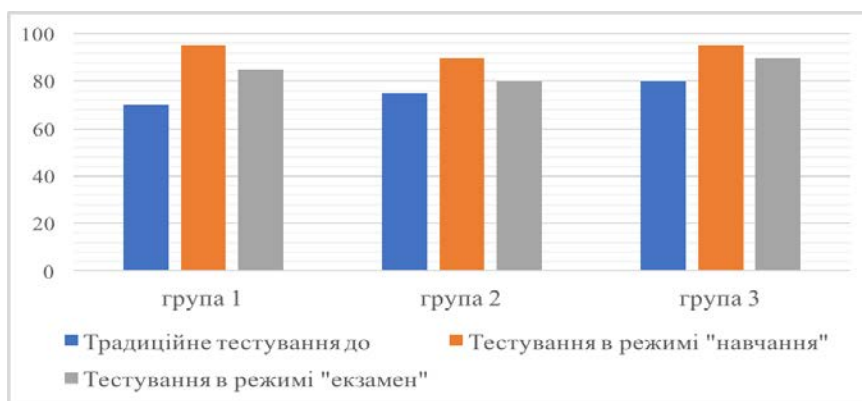


Рис. 8 – Аналіз результати трьох тестувань

Як видно з рис. 8 при тестуванні в режимі «навчання» студенти мають найкращий результат, оскільки система надає їм можливість переглянути інформацію про поняття в другому вікні.

З іншого боку при тестуванні в режимі «екзамену» студенти підвищили свої знання щонайменше на 10% порівняно з тестування до використання ОСЕН. Це зумовлено більшою мотивованістю та уважністю, а також індивідуальним підходом при вивченні дисципліни в ОСЕН.

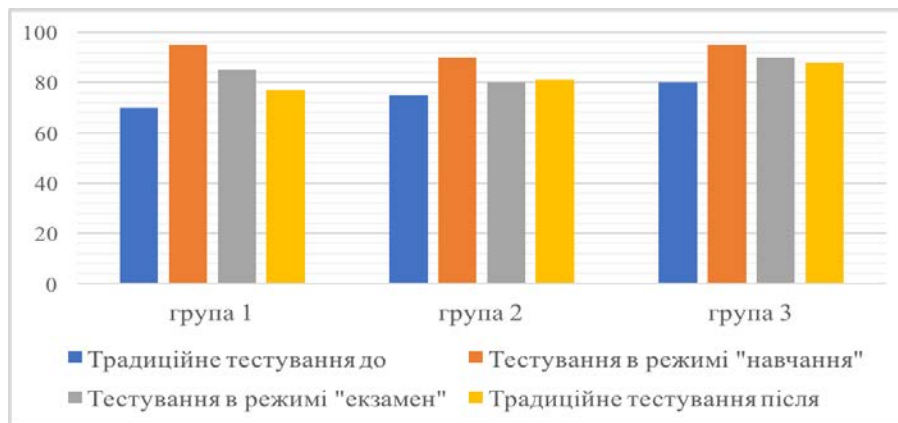


Рис. 9 – Порівняння результатів тестування “до” та “після” використання ОСЕН

Як видно з рис. 9 при повторному традиційному тестуванні вже після використання ОСЕН студенти також підвищили свої знання щонайменше на 7% порівняно з початковим тестуванням.

Таким чином, за допомогою ОСЕН у студентів створено цілісне уявлення про предметну область та засобами автоматизованого контролю проведено діагностування та моніторинг ефективності її використання.

Розроблена інформаційна система на основі онтологій дозволяє виявити недобросовісних студентів, що виводить комп’ютерне навчання та дистанційну освіту на новий якісний рівень.

Аналіз відповідей на тестові запитання в порівнянні із усною бесідою показав що найбільш ефективними для розв’язання даної задачі є ситуаційні тести. Тобто запитання ставлять студентів певну ситуацію і пропонують шляхи вирішення.

Результати застосування розробленої онтологієваної системи електронного навчання та створеного банку тестових питань та обчислювальних завдань на контрольних і тестованих групах студентів, при викладанні трьох дистанційних курсів показали, що успішність навчання та оволодіння знаннями,

уміннями та навичками дисциплін покращилася в середньому на 8 %.

### Висновки

1. Проведено огляд і класифікацію існуючих систем комп’ютерного навчання та систем підтримки онтології. Досліджено поняття «онтологічного інжинірингу» та основні технології які він використовує. Виділено спільний та відмінний функціонал засобів та сервісів електронного навчання. Доведено актуальність розробки засобів автоматизації створення контенту.

2. Запропоновано метаонтологію навчальної дисципліни, яка складається з дидактичної та предметної частин. При цьому дидактична частина реалізує міжпредметні зв’язки, а предметна частина відображає знання певної дисципліни. Запропоновано модель тестового запитання яка дозволила розробити алгоритми автоматичного генерування тестових запитань і контрольних робіт

3. Розроблена технологія узгоджується із сучасними педагогічними теоріями зокрема, з таксономією Блума та психологічними теоріями сприйняття навчального контенту. Особливістю концепції онтологієваної системи управління навчальним контентом є рушій, який забезпечує синхронне відтворення контенту та підтримку процесу навчання в двовіконному режимі. Основні засади освітньої методики, яка базується на інформаційній технології онтологієваної навчання полягають в наданні лекційним заняттям мотиваційної складової, створення комп’ютерної підтримки для самостійної роботи, автоматизацію контрольних заходів що дозволить збільшити час на індивідуальне спілкування викладача і студента.

4. В результаті проведеного експериментального дослідження було виявлено кореляцію між розробленими методами автоматизованої перевірки знань з традиційними методами. В якості нової можливості розробленої технології можна відзначити здатність системи виявляти несумлінне ставлення до навчання. Розроблена технологія, за умови її комерційного просування, могла би зайняти достойне місце в сучасному освітньому процесі.

### Список літератури:

1. Журавский, В. С. Болонський процес: головні принципи входження в європейський простір вищої освіти [Текст] / В. С. Журавский, М. З. Згуровський. – К.: Політехніка НУТУ "КПІ", 2003. – 195 с.
2. Положення про дистанційне навчання [Текст]. – Міністерство Освіти і Науки України. – 2013. – № 466. – Режим доступу: [http://osvita.ua/legislation/Dist\\_osv/2999/print/](http://osvita.ua/legislation/Dist_osv/2999/print/)
3. Герасимчук, О. О. E-learning. Технології електронного навчання [Текст]: навч. пос. / О. О. Герасимчук; Луц. держ. техн. ун-т. – Луцьк, 2008. – 430 с.
4. Dagger, D. Service-Oriented E-Learning Platforms: From Monolithic Systems to Flexible Services [Text] / D. Dagger, A. O'Connor, S. Lawless, E. Walsh, V. P. Wade // IEEE Internet Computing. – 2007. – Vol. 11, Issue 3. – P. 28–35. doi: [10.1109/mic.2007.70](https://doi.org/10.1109/mic.2007.70)
5. Web 2.0: перелом в парадигме обучения [Электронный ресурс] // Открытые системы. – 2008. – № 9. – Режим доступа: <http://www.osp.ru/os/2008/09/5717450/>
6. Сирота, С. В. Використання системи “Moodle” для викладання дисципліни “Алгоритми і структури даних” – досвід і проблеми [Текст] / С. В. Сирота, В. О. Ліскін // ScienceRise. – 2015. – Т. 9, № 2 (14). – С. 30–35. doi: [10.15587/2313-8416.2015.50610](https://doi.org/10.15587/2313-8416.2015.50610)



7. Gruber, T. R. The role of common ontology in achieving sharable, reusable knowledge bases [Text] / T. R. Gruber, J. A. Allen, R. Fikes, E. Sandewell; M. Kaufmann (Ed.) // Principles of Knowledge Representation and Reasoning. Proceedings of the Second International Conference. – 1991. – P. 601–602.
8. Добров, Б. В. Онтології і тезауруси [Електронний ресурс] / Б. В. Добров, В. В. Иванов, Н. В. Лукашевич, В. Д. Солов'єв // Режим доступу: <http://download.yandex.ru/class/solovyev/plan.pdf>
9. Лутвин, В. В. Технології менеджменту знань [Текст]: навч. пос. / В. В. Лутвин; ред. В. В. Пасічника. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2010. – 260 с.
10. Сирота, С. В. Огляд сучасних онтологізованих інформаційних систем та сервісів і перспективи їх застосування в електронній освіті [Текст] / С. В. Сирота, В. О. Ліскін // Технологічний аудит та резерви виробництва. – 2015. – Т. 5, № 6 (25). – С. 58–60. doi: [10.15587/2312-8372.2015.51234](https://doi.org/10.15587/2312-8372.2015.51234)
11. Gaeta, M. Ontology Extraction for Knowledge Reuse: The e-Learning Perspective [Text] / M. Gaeta, F. Orciuoli, S. Paolozzi, S. Salerno // IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics – Part A: Systems and Humans. – 2011. – Vol. 41, Issue 4. – P. 798–809. doi: [10.1109/tsmca.2011.2132713](https://doi.org/10.1109/tsmca.2011.2132713)
12. Gavrilova, T. A. Using visual conceptual models in teaching [Text] / T. A. Gavrilova, I. A. Leshcheva, E. S. Bolotnikova // Proceedings of the 8th International Conference on Education (ICE- 2012). – 2012. – P. 191–197.
13. Wilson, R. The role of ontologies in teaching and learning [Text] / R. Wilson // TechWatch Reports. – 2004.
14. Гаврилова, Т. А. Использование моделей инженерии знаний для подготовки специалистов в области информационных технологий [Текст] / Т. А. Гаврилова, И. А. Лещева, Д. В. Кудрявцев // Системное программирование. – 2012. – Т. 7, № 1. – С. 90–105.
15. Ganter, B. Formal Concept Analysis: Mathematical Foundations [Text] / B. Ganter, R. Wille. – Springer, 1999. – 284 p. doi: [10.1007/978-3-642-59830-2](https://doi.org/10.1007/978-3-642-59830-2)
16. Валькман, Ю. Р. Гештальты и метафоры в когнитивной семиотике [Текст] / Ю. Р. Валькман // XV міжнародна наукова конференція IAI-2015 ім. Т. А. Таран. – Київ: Просвіта, 2015. – С. 31–39.
17. Langacker, R. W. Introduction to Concept, Image, and Symbol [Text] / R. W. Langacker // Cognitive linguistics: basic readings. – Berlin, New-York: Mouton de Gruyter, 2006. – Vol. 34. – P. 29–67.
18. Канеман, Д. Внимание и усилие [Текст] / Д. Канеман. – М.: Смысл, 2006. – 288 с.
19. Сирота, С. В. Онтологический инжиниринг систем компьютерного обучения на примере дисциплин учебного плана подготовки бакалавров по специальности прикладная математика [Текст] / С. В. Сирота, В. О. Лискин // XVI міжнародна наукова конференція IAI-2016 ім. Т. А. Таран. – Київ: Просвіта, 2016. – С. 208–213.
20. Сирота, С. В. Розробка генератора тестів для “Moodle” на базі онтології [Текст] / С. В. Сирота, В. О. Ліскін // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2015. – Т. 5, № 2 (77). – С. 44–48. doi: [10.15587/1729-4061.2015.51334](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2015.51334)

#### Bibliography (transliterated):

1. Zhuravskiy, V. S., M. Z. Zghurovskiy (2013). Bolonskiy protses: holovni pryntsyipy vkhodzhennia v yevropeiskiy prostrir vyshchoi osvity. Kyiv: Politehnika NUTU "KPI", 195.
2. Polozhennia pro dystantsiynе navchannia (2013). Ministerstvo Osvity i Nauky Ukrainy, No. 466. Available at: [http://osvita.ua/legislation/Dist\\_osv/2999/print/](http://osvita.ua/legislation/Dist_osv/2999/print/)
3. Herasymchuk, O. O. (2008). E-learning. Tekhnolohii elektronnoho navchannia. Lutsk, 430.
4. Dagger, D., O'Connor, A., Lawless, S., Walsh, E., Wade, V. P. (2007). Service-Oriented E-Learning Platforms: From Monolithic Systems to Flexible Services. IEEE Internet Computing, 11 (3), 28–35. doi: [10.1109/mic.2007.70](https://doi.org/10.1109/mic.2007.70)
5. Web 2.0: perelom v paradigme obucheniya (2008). Otkrytye sistemy, 9. Available at: <http://www.osp.ru/os/2008/09/5717450/>
6. Syrota, S. V., Liskin, V. O. (2015). Experience and problems of using “moodle” for the course “algorithms and data structures”. ScienceRise, 9 (2 (14)), 30–35. doi: [10.15587/2313-8416.2015.50610](https://doi.org/10.15587/2313-8416.2015.50610)
7. Gruber, T. R., Allen, J. A., Fikes, R., Sandewell, E., Kaufmann, M. (Ed.) (1991). The role of common ontology in achieving sharable, reusable knowledge bases. Principles of Knowledge Representation and Reasoning. Proceedings of the Second International Conference, 601–602.
8. Dobrov, B. V., Ivanov, V. V., Lukashevich, N. V., Solov'ev, V. D. Ontologii i tezaurusy. Available at: <http://download.yandex.ru/class/solovyev/plan.pdf>
9. Lytvyn, V. V.; Pasichny, V. V. (Ed.) (2010). Tekhnolohii menezhmentu znan. Lviv: Vydavnytstvo Lvivskoi politehniki, 260.
10. Syrota, S. V., Liskin, V. O. (2015). The review of modern ontology driven information systems and services, prospect of their application in e-learning. Technology audit and production reserves, 5 (6 (25)), 58–60. doi: [10.15587/2312-8372.2015.51234](https://doi.org/10.15587/2312-8372.2015.51234)
11. Gaeta, M., Orciuoli, F., Paolozzi, S., Salerno, S. (2011). Ontology Extraction for Knowledge Reuse: The e-Learning Perspective. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics – Part A: Systems and Humans, 41 (4), 798–809. doi: [10.1109/tsmca.2011.2132713](https://doi.org/10.1109/tsmca.2011.2132713)
12. Gavrilova, T. A., Leshcheva, I. A., Bolotnikova, E. S. (2012). Using visual conceptual models in teaching. Proceedings of the 8th International Conference on Education (ICE- 2012), 191–197.
13. Wilson, R. (2004). The role of ontologies in teaching and learning. TechWatch Reports.
14. Gavrilova, T. A., I. A. Leshcheva, D. V. Kudryavcev (2012). Ispol'zovanie modeley inzhenerii znaniy dlya podgotovki specialistov v oblasti informacionnyh tekhnologii. Sistemnoe programmirovaniye, 7 (1), 90–105.
15. Ganter, B., Wille, R. (1999). Formal Concept Analysis: Mathematical Foundations. Springer, 284. doi: [10.1007/978-3-642-59830-2](https://doi.org/10.1007/978-3-642-59830-2)
16. Val'kman, Yu. R. (2015). Geshtal'ty i metafory v kognitivnoy semiotike. XV mizhnarodna naukova konferentsiia IAI-2015 im. T. A. Taran. Kyiv: Prosvita, 31–39.
17. Langacker, R. W. (2006). Introduction to Concept, Image, and Symbol. Cognitive linguistics: basic readings. – Berlin, New-York: Mouton de Gruyter, 34, 29–67.
18. Kaneman, D. (2006). Vnimanie i usilie. Moscow: Smysl, 288.
19. Sirota, S. V., Liskin, V. O. (2016). Ontologicheskii inzhenering sistem komp'yuternogo obucheniya na primere disciplin uchebnogo plana podgotovki bakalavrov po special'nosti prikladnaya matematika. XVI mizhnarodna naukova konferentsiia IAI-2016 im. T. A. Taran. Kyiv: Prosvita, 208–213.
20. Syrota, S. V., Liskin, V. O. (2015). Development of onthology based quiz generator for “Moodle”. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 5 (2 (77)), 44–48. doi: [10.15587/1729-4061.2015.51334](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2015.51334)

Надійшла (received) 07.06.2017

#### Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic descriptions

Технологія для автоматизації створення контенту систем комп'ютерного навчання/ Ліскін В. О. // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси. – Харків : НТУ «ХПІ», 2017. – No 20(1242). – С.118–127. – Бібліогр.: 20 назв. – ISSN 2079-5459.

---

**Технология для автоматизации создания контента систем компьютерного обучения/ Лискин В. О. //** Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси. – Харків : НТУ «ХПІ», 2017. – No 20(1242). – С.118–127. – Бібліогр.: 20 назв. – ISSN 2079-5459.

**Technology for automating the creation of content for computer training systems/ Liskin V. //** Bulletin of NTU “KhPI”. Series: Mechanical-technological systems and complexes. – Kharkov: NTU “KhPI”, 2017. – № 20 (1242).– P.118–127. – Bibliogr.:20. – ISSN 2079-5459

*Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors*

**Ліскін Вячеслав Олегович** – аспірант, кафедра прикладної математики, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», пр. Перемоги, 37, м. Київ, Україна, 03056, e-mail: lis-580@rambler.ru.

**Лискин Вячеслав Олегович** – аспирант, кафедра прикладной математики, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского», пр. Победы, 37, г. Киев, Украина, 03056, e-mail: lis-580@rambler.ru.

**Viacheslav Liskin** – Postgraduate student at the Department of Applied Mathematic, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», 37 Peremohy ave., Kyiv, Ukraine 03056, e-mail: lis-580@rambler.ru.