

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КУЛЬТУРИ І МИСТЕЦТВ

**ЦИФРОВА ПЛАТФОРМА:
ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ
В СОЦІОКУЛЬТУРНІЙ СФЕРІ**

Науковий журнал

Том 3 № 2

Засновано у 2018 році
Видається двічі на рік

КИЇВ
ВИДАВНИЧИЙ ЦЕНТР КНУКІМ
2020

У журналі висвітлюються актуальні питання інноваційних цифрових технологій в культурі і мистецтві, сучасні проблеми та дослідження в галузі комп'ютерних наук.

*Рекомендовано до друку Вченою радою
Київського національного університету культури і мистецтв
(протокол № 5 від 01.12.2020)*

Головний редактор

Трач Юлія Василівна – к. пед. н., професор кафедри комп'ютерних наук, директор навчально-наукового інституту Київського національного університету культури і мистецтв.

Заступник головного редактора

Гребеннік Ігор Валерійович – д. т. н., професор, завідувач кафедри системотехніки Харківського національного університету радіоелектроніки, академік Академії наук вищої школи України.

Редакційна колегія

Баркова Ольга Валентинівна – к. т. н., заступник голови технічного комітету стандартизації України «Інформація і документація», заступник директора з розвитку ІКТ Спеціалізованого Центру БАЛІ.

Ковалюк Тетяна Володимирівна – к. т. н., доцент кафедри автоматизованих систем обробки інформації та управління Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут ім. В. Сікорського», директор Українсько-корейського центру інформаційних технологій, голова науково-методичної комісії МОН України з комп'ютерних наук.

Овезгельдієв Ата Оразгельдійович – д. т. н., професор кафедри системотехніки Харківського національного університету радіоелектроніки.

Романюк Олександр Никифорович – д. т. н., професор Вінницького національного технічного університету.

Ткаченко Ольга Іванівна – к. фіз.-мат. н., доцент кафедри інформаційних технологій та дизайну Державного університету інфраструктури та технологій.

Чайковська Олена Антонівна – к. п. н., професор кафедри комп'ютерних наук Київського національного університету культури і мистецтв.

Dimiter Velev – Prof. Dr., Director of Science Research Center for Disaster Risk Reduction, University of National and World Economy (Bulgaria).

Raman Ganguly – University of Vienna, Central Computer Centre (Austria).

Renata Danieliene – PhD, Director at the Information Technologies Institute, Assoc. Professor, Consultant, ECDL Lithuania (Lithuania).

Відповідальний секретар

Коцюбівська Катерина Іванівна – к. т. н., доцент кафедри комп'ютерних наук Київського національного університету культури і мистецтв.

За точність викладених фактів та коректність цитування відповідальність несе автор

Адреса редакційної колегії: м. Київ, вул. Євгена Коновальця, 36, каб. 403,
Київський національний університет культури і мистецтв,
тел.: + 38 096 217 15 58; web: <http://infotech-soccult.knukim.edu.ua>

Міністерством юстиції України видано Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації № 23225-13065 Р Серія КВ від 04.04.2018.

ISSN 2617-796X (print)

ISSN 2618-0049 (online)

© Київський національний університет
культури і мистецтв, 2020
© Автори, 2020

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
KYIV NATIONAL UNIVERSITY OF CULTURE AND ARTS

**DIGITAL PLATFORM:
INFORMATION TECHNOLOGIES
IN SOCIOCULTURAL SPHERE**
Scientific Journal

Volume 3 No 2

Founded in 2018
Issued twice a year

KYIV
KNUKIM PUBLISHING
2020

The journal highlights the topical issues of innovative digital technologies in culture and the arts, covers current problems and research in the field of computer science.

*Recommended for publication by the Academic Council
of the Kyiv National University of Culture and Arts
(minute No. 5 dated 01.12.2020)*

Chief Editor

Trach Yuliia Vasylivna – PhD in Pedagogy, Professor, Department of Computer Science, Director of the Educational and Scientific Institute, Kyiv National University of Culture and Arts.

Deputy Editor

Hrebennik Ihor Valeriiovych – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the System Engineering Department at the Kharkiv National University of Radioelectronics, Academician of the Academy of Sciences of the Higher School in Ukraine.

Editorial Board

Barkova Olha Valentynivna – PhD in Technical Sciences, Deputy Chairman of the Technical Committee for Standardization of Ukraine “Information and Documentation”, Deputy Director for ICT Development at the Specialized Center BALL.

Kovaliuk Tetiana Volodymyrivna – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Automated Systems for Information Processing Department and Management of the National Technical University in Ukraine “Kyiv Polytechnic Institute. V. Sikorsky”, director the Ukrainian-Korean Center for Information Technologies, Chairman of the Scientific and Methodical Commission of the Ministry of Education and Science of Ukraine on Computer Science.

Ovezgheldyiev Ata Orazgheldyiovych – Doctor of Technical Sciences, Professor, System Engineering Department, Kharkiv National University of Radioelectronics.

Romaniuk Oleksandr Nykyforovych – Doctor of Technical Sciences, Professor, Vinnytsia National Technical University.

Tkachenko Olha Ivanivna – PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor, the Department of Information Technologies and Design, State University of Infrastructure and Technology.

Chaikovska Olena Antonivna – PhD in Pedagogy, Professor, Computer Science Department, Kyiv National University of Culture and Arts.

Dimiter Velev – Prof. Dr., Director of Science Research Center for Disaster Risk Reduction, University of National and World Economy (Bulgaria).

Raman Ganguly – University of Vienna, Central Computer Centre (Austria).

Renata Danieliene – PhD, Director at the Information Technologies Institute, Assoc. Professor, Consultant, ECDL Lithuania (Lithuania).

Executive Secretary

Kotsiubivska Kateryna Ivanivna – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Computer Science Department, Kyiv National University of Culture and Arts.

The author is responsible for the accuracy of the facts and the correctness of the quotation

Editorial board address: 36, Yevhen Konovalts Street, off. 403, Kyiv,
Kyiv National University of Culture and Arts,
tel.: + 38 096 217 15 58; web: <http://infotech-soccult.knukim.edu.ua>

The Ministry of Justice of Ukraine issued a Certificate of State Registration of the printed mass media No. 23225-13065 P Series KV from 04.04.2018.

ISSN 2617-796X (print)

ISSN 2618-0049 (online)

© Kyiv National University
of Culture and Arts, 2020
© Authors, 2020

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
КИЕВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
КУЛЬТУРЫ И ИСКУССТВ

**ЦИФРОВАЯ ПЛАТФОРМА:
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В СОЦИОКУЛЬТУРНОЙ СФЕРЕ**

Научный журнал

Том 3 № 2

Основан в 2018 году
Издается два раза в год

КИЕВ
ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР КНУКИМ
2020

В журнале изложены актуальные вопросы инновационных цифровых технологий в культуре и искусстве, современные проблемы и исследования в области компьютерных наук.

*Рекомендовано к печати Ученым советом
Киевского национального университета культуры и искусств
(протокол № 5 от 01.12.2020)*

Главный редактор

Трач Юлия Васильевна – к. пед. н., профессор кафедры компьютерных наук, директор учебно-научного института Киевского национального университета культуры и искусств.

Заместитель главного редактора

Гребенник Игорь Валерьевич – д. т. н., профессор, заведующий кафедрой системотехники Харьковского национального университета радиоэлектроники, академик Академии наук Высшей школы Украины.

Редакционная коллегия

Баркова Ольга Валентиновна – к. т. н., заместитель председателя технического комитета стандартизации Украины «Информация и документация», заместитель директора по развитию ИКТ Специализированного Центра БАЛИ.

Ковалюк Татьяна Владимировна – к. т. н., доцент кафедры автоматизированных систем обработки информации и управления Национального технического университета Украины «Киевский политехнический институт им. В. Сикорского», директор Украинско-корейского центра информационных технологий, председатель научно-методической комиссии МОН Украины по компьютерным наукам.

Овезельдыев Ата Оразгельдыевич – д. т. н., профессор кафедры системотехники Харьковского национального университета радиоэлектроники.

Романюк Александр Никифорович – д. т. н., профессор Винницкого национального технического университета.

Ткаченко Ольга Ивановна – кандидат физ.-мат. н, доцент кафедры информационных технологий и дизайна Государственного университета инфраструктуры и технологий.

Чайковская Елена Антоновна – к. п. н., профессор кафедры компьютерных наук Киевского национального университета культуры и искусств.

Dimiter Velev – Prof. Dr., Director of Science Research Center for Disaster Risk Reduction, University of National and World Economy (Bulgaria).

Raman Ganguly – University of Vienna, Central Computer Centre (Austria).

Renata Danieliene – PhD, Director at the Information Technologies Institute, Assoc. Professor, Consultant, ECDL Lithuania (Lithuania).

Ответственный секретарь

Коцюбивская Екатерина Ивановна – к. т. н., доцент кафедры компьютерных наук Киевского национального университета культуры и искусств.

За точность изложенных фактов и корректность цитирования ответственность несет автор

Адрес редакционной коллегии: г. Киев, ул. Евгения Коновальца, 36, каб. 403,
Киевский национальный университет культуры и искусств,
тел.: + 38 096 217 15 58; web: <http://infotech-soccult.knukim.edu.ua>

Министерством юстиции Украины выдано Свидетельство о государственной регистрации печатного средства массовой информации № 23225-13065 Р Серия KB от 04.04.2018.

ISSN 2617-796X (print)

ISSN 2618-0049 (online)

© Киевский национальный университет
культуры и искусств, 2020
© Авторы, 2020

ЗМІСТ

ІТ-ТЕХНОЛОГІЇ В ОСВІТІ, МИСТЕЦТВІ ТА КУЛЬТУРІ

| | |
|---|---|
| Ткаченко О. І., Ткаченко К. О., Боняр М. В. | Онтологічне моделювання процесів навчання 109 |
|---|---|

ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ТА ІНТЕРАКТИВНІ МУЛЬТИМЕДІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

| | |
|----------------------------------|---|
| Волинець В. О. | Новий зміст і потенціал віртуального музею..... 122 |
| Ткаченко О. А., Гуменюк М. Д. | Деякі аспекти візуалізації статистичних та наукових даних..... 134 |

ЗБЕРЕЖЕННЯ КУЛЬТУРНОЇ СПАДЩИНИ ТА ДОСТУП ДО ЦИФРОВИХ РЕСУРСІВ

| | |
|------------|--|
| Трач Ю. В. | Український досвід VR-реконструкції об'єктів історико-культурної спадщини 148 |
|------------|--|

ЕЛЕКТРОННІ РЕСУРСИ ТА ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

| | |
|--|--|
| Булига К. Б., Булига О. А. | Використання інформаційних технологій для аналізу епідеміологічного стану 161 |
| Овчарук І. В., Боклаг Є. В. | Інформаційні системи на залізничному транспорті: розвиток та перспективи..... 170 |
| Ткаченко О. І., Ткаченко К. О., Ковбатюк Г. О. | Деякі аспекти онтологічного моделювання інвестиційної діяльності 183 |
| Ткаченко О. І., Ткаченко О. А., Ткаченко К. О. | Сучасні тенденції хмарних обчислень і технологій в оптимізації збереження даних 192 |

CONTENTS

IT-TECHNOLOGIES IN EDUCATION, ARTS AND CULTURE

| | | |
|---|--|-----|
| Tkachenko O. I., Tkachenko K. O., Boniar M. V. | Ontological Modelling of Learning Processes..... | 109 |
|---|--|-----|

VISUALIZATION AND INTERACTIVE MULTIMEDIA TECHNOLOGIES

| | | |
|--|---|-----|
| Volynets V. O. | New Content and Potential of the Virtual Museum | 122 |
| Tkachenko O. A., Humeniuk M. D. | Some Aspects of Statistical and Scientific Data Visualization..... | 134 |

CULTURAL HERITAGE PRESERVATION AND ACCESS TO DIGITAL RESOURCES

| | | |
|---------------------|--|-----|
| Trach Yu. V. | Ukrainian Experience of VR-Reconstruction of Historical and Cultural Heritage Objects | 148 |
|---------------------|--|-----|

ELECTRONIC RESOURCES AND INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES

| | | |
|--|--|-----|
| Bulyha K. B., Bulyha O. A. | The Use of Information Technologies for Analysis of Epidemiological Situation..... | 161 |
| Ovcharuk I. V., Boklah Ye. V. | Information Systems in Rail Transport: Development and Prospects | 170 |
| Tkachenko O. I., Tkachenko K. O., Kovbatiuk H. O. | Some Aspects of Ontological Modelling of Investment Activity | 183 |
| Tkachenko O. I., Tkachenko O. A., Tkachenko K. O. | Actual Trends of Cloud Computing and Technologies in Optimization of Data Storage | 192 |

СОДЕРЖАНИЕ

IT-ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ, ИСКУССТВЕ И КУЛЬТУРЕ

| | |
|---|---|
| Ткаченко О. И., Ткаченко К. А., Боняр М. В. | Онтологическое моделирование процессов обучения 109 |
|---|---|

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ И ИНТЕРАКТИВНЫЕ МУЛЬТИМЕДИЙНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

| | |
|----------------------------------|---|
| Волынец В. А. | Новое содержание и потенциал виртуального музея 122 |
| Ткаченко А. А., Гуменюк М. Д. | Некоторые аспекты визуализации статистических и научных данных 134 |

СОХРАНЕНИЕ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ И ДОСТУП К ЦИФРОВЫМ РЕСУРСАМ

| | |
|------------|--|
| Трач Ю. В. | Украинский опыт VR-реконструкции объектов историко-культурного наследия 148 |
|------------|--|

ЭЛЕКТРОННЫЕ РЕСУРСЫ И ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

| | |
|---|---|
| Булыга К. Б., Булыга Е. А. | Использование информационных технологий для анализа эпидемиологического состояния 161 |
| Овчарук И. В., Боклаг Е. В. | Информационные системы на железнодорожном транс- порте: развитие и перспективы 170 |
| Ткаченко О. И., Ткаченко К. А., Ковбатьюк Г. А. | Некоторые аспекты онтологического моделирования ин- вестиционной деятельности 183 |
| Ткаченко О. И., Ткаченко А. А., Ткаченко К. А. | Современные тенденции облачных вычислений и техно- логий в оптимизации хранения данных 192 |





ІТ-ТЕХНОЛОГІЇ В ОСВІТІ, МИСТЕЦТВІ ТА КУЛЬТУРИ
IT-TECHNOLOGIES IN EDUCATION, ARTS AND CULTURE
ІТ-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 «решебники» (збірники розв'язаних задач). Тобто процес навчання може звестися до такого: той, хто навчається, отримує задачу, бере її в «решебнику» 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 «решебники» 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.

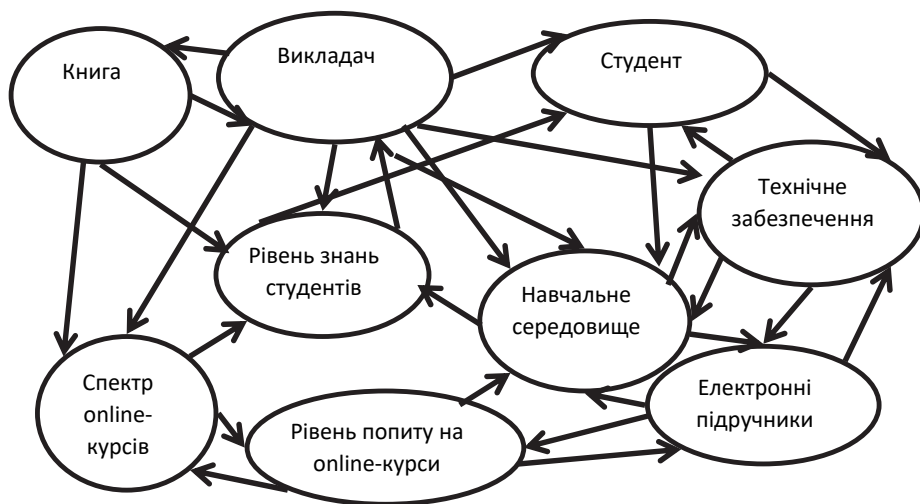


Рис. 1. Частина онтологічної моделі в системі DEL

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 ієрархічності 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>

Боняк 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



ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ТА ІНТЕРАКТИВНІ МУЛЬТИМЕДІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

VISUALIZATION AND INTERACTIVE MULTIMEDIA TECHNOLOGIES

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ И ИНТЕРАКТИВНЫЕ МУЛЬТИМЕДИЙНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 004.946:069

DOI: 10.31866/2617-796x.3.2.2020.220582

Волинець Вікторія,

*кандидат культурології, старший викладач кафедри комп'ютерних наук,
Київський національний університет культури і мистецтв,
Київ, Україна*

vika-volynets@ukr.net

<https://orcid.org/0000-0003-3783-508X>

НОВИЙ ЗМІСТ І ПОТЕНЦІАЛ ВІРТУАЛЬНОГО МУЗЕЮ

Мета дослідження – розкрити особливості діяльності віртуального музею та його потенціал.

Методи дослідження. Вибір методів дослідження зумовлений метою статті й предметом дослідження, зокрема застосовано системний підхід до опрацювання робіт з проблем цифровізації культури, музейної практики, також застосовано метод компаративного аналізу (щодо функціонування традиційного та віртуального музеїв у логіці схожість/відмінність).

Наукова новизна. порушено питання проблематики віртуального музею під впливом цифровізації.

Висновки. Віртуальний музей, по-перше, феноменологічно є релевантним цифровій культурі; по-друге, він створює доступні для сприйняття будь-якої людини цифрові артефакти, копії яких розрізняються внутрішньовидовими особливостями. Як форма розвитку інтерактивності в роботі традиційних музеїв, віртуальний музей – важливе доповнення, засіб, що розширює практику творчої комунікації музейних працівників, а також сприяє їх залученню до підвищення власних цифрових компетентностей.

Ключові слова: віртуальність; віртуальна реальність; віртуалізація; віртуальна культура; віртуальний музей; комп'ютерні технології; цифровізація; цифрова культура.

Вступ. Останнім часом в Україні та світі настільки актуалізувалася проблематика віртуальної реальності, що вчені заговорили про революцію, яка «сталася не тільки в медіасфері, а й у свідомості суспільства» (Астафьева, 2013). Сформувався «критична маса» людей, переважно в молодіжному середовищі, для яких віртуальна реальність як прояв цифрової культури стала звичною та невід'ємною

під час сприйняття світу, мислення та способу життя. «Цифра» стає не просто способом, а й стилем життя.

Обговорення теми віртуальної реальності, безумовно, перебуває в площині культурології, але виключно до цієї дисципліни не зводиться, оскільки онтологічно виходить за межі культури в простір цивілізаційних (технологічних) трендів. У полі зору – поняття віртуальної реальності, яке ще не отримало однозначного і точного визначення. Інституціональним маркером віртуальної реальності (у типологічному та феноменологічному плані) постає віртуальний музей. Його елементи присутні й у традиційному музеї, оскільки жоден великий музей сьогодні не обходиться без застосування технологій віртуальності у звичній музейній роботі.

На віртуальний музей впливає соціокультурне середовище, в якому він з'являється та розвивається. Віртуальний музей має зворотний вплив, ефективність якого залежить від наявності вираженої позиції і програми діяльності музею, його репрезентації та ступеня інтенсивності контактів в інтернеті. Дозволивши музеям вийти в нову віртуальну реальність, цифрові комп'ютерні технології багато в чому зумовили формування ситуації, що вимагає систематизації ключових положень віртуального музею як явища культури, а також переосмислення самого змісту музейної діяльності в епоху цифрової культури. Це і визначило актуальність статті, присвяченої дослідженню віртуального музею в контексті цифрової культури як специфічного феномена та визначення його потенціалу, що володіє кумулятивним ефектом завдяки використанню комп'ютерних технологій.

Результати дослідження. Корпус наукової літератури з проблематики цифрової культури в цілому і віртуальних музеїв зокрема почав формуватися з початку 1990-х рр. на Заході. Велику частину досліджень опубліковано в XXI ст. Процес цей не закінчений, його постійно доповнюють українські та зарубіжні джерела, присвячені різним аспектам цифровізації культури. Культурологічним дослідженням з цифрової проблематики і нових форм музейної практики (у тому числі віртуальних) присвячено праці О. Астаф'євої (2013), О. Козаченко (2014), Є. Туманової (2001). У цих розвідках аналіз цифрової культури, віртуальності, візуалізації, екранної культури та віртуального музею представлений фрагментарно. Також інтенсивно і послідовно феномен віртуальності досліджено в працях Є. Таратути (2007), Ю. Трач (2016; 2017) та ін.

Тема цифрової культури має й чітко виражений філософський вимір. Розвиток філософської проблематики у сфері візуально-інформаційної взаємодії людини і світу, у тому числі й віртуальної реальності, маємо в роботах О. Внутських (2012), М. Кириченко (2017).

Проблему візуального сприйняття тривимірних предметів і тривимірного простору висвітлено в дослідженнях Р. Грегорі (2003), способи формування тривимірних зображень в умовах комп'ютеризованого середовища досліджував В. Антипов, музей як освітня технологія та сучасні методи музейної комунікації досліджено в працях Р. Маньковської (2013), Т. Оніпко та Н. Семергей (2016).

Незважаючи на вказані дослідження, проблематика становлення віртуального музею під впливом масової цифровізації не досліджена фундаментально. Варто надалі робити акцент на тому, які конкретно технології вплинули та продов-

жують впливати на процес культурної трансформації музею, яка роль візуалізації в цьому процесі тощо.

Мета статті – розкрити особливості діяльності віртуального музею та його потенціал.

Виклад проблеми. У цифровому середовищі комунікація між машиною та людиною розвинена досить добре, про що свідчать форуми, чати, соціальні мережі й інші ресурси. Комп'ютери як інструменти цифрової культури можуть виробляти інформацію у формі числових даних і текстових повідомлень, а також у вигляді зображень гарної якості. Остання форма комунікації від машини до людини особливо популярна, оскільки людям на рівні психологічного сприйняття простіше отримувати інформацію через візуалізацію. Багато дослідників сходяться на думці, що настав час екранної культури – настільки великого поширення набули сьогодні візуальні форми мистецтва (кіно, театр, вуличний стрітарт тощо).

Ранні експерименти з віртуальною реальністю в контексті «людина-середовище-машина» мають багато позитивних результатів, що доведено теоретичними дослідженнями та практичними розробками. Так, однією з перших цілей створення віртуального музею в 1950-х роках було створення машини «Sensorama», задуманої та втіленої в життя американським винахідником М. Хайлігом, про що згадує Р. Біачіні (Bianchini, 2018). Це був початок цифровізації в музейній практиці.

Протягом 1990-х рр. такі фільми, як «Газонокосильник» (1992), «Матриця» (1999), поширили ідеї найближчого майбутнього, в якому відносини «людина-середовище-машина» повстали на новому рівні, а віртуальна реальність виявилася настільки «розсіяною», що кордони між цифровим і фізичним простором фактично були скасовані. Дотримуючись такого сценарію, великі ІТ-компанії (Microsoft, Google, Nintendo, Apple) розробили операційні системи, за допомогою яких користувач взаємодіє з графічним 3D-інтерфейсом, і внаслідок цього майже всі виробники графічних карт додали роз'єми для 3D-окулярів і шоломів віртуальної реальності. Шлях був досить очевидним: як 2D-графічний інтерфейс замінює текст (що відбулося в кінці 1980-х) і як 3D замінює двовимірний інтерфейс (це відбулося вже на початку 2000-х рр.).

Вимога онтологічної цілісності системи «людина-середовище-машина» може бути реалізована в межах інших теоретичних контекстів. Тому, незважаючи на те, що системотехнічне (кібернетичне) трактування змісту поняття системи «людина-машина» було вихідним і найбільш поширеним, неодноразово робили спроби переглянути це трактування. Наприклад, концепція У. Сінглтона досить чітко виражена в назві однієї з його робіт – «Прототип системи і недоліки конструкції». Позиція У. Сінглтона полягає в тому, що «будь-яка апаратура лише розширює і підсилює можливості, властиві людині-оператору» (Singleton, 1967). Його підхід співзвучний з відомим в інженерній психології принципом розгляду людини як суб'єкта трудової діяльності, а машини – як засобу цієї діяльності. Під цю систему підходить віртуальний музей, який чітко демонструє принцип посередництва між людиною й артефактом, де комп'ютер (машина) постає провідником між об'єктом і суб'єктом. Цифрові технології, за своєю сутністю, ґрунтуються на зборі й аналізі даних, тоді як людина працює лише з кінцевим результатом. Саме людина

вводить початкові параметри, але їх відбір згодом робить машина, зважаючи на критерії пошуку. Питання аж ніяк не в тому, як створити дані – усі цифрові технології так чи інакше виробляють (а часто і збирають) необхідну інформацію. Але якщо користувач не може правильно зробити запит або правильно інтерпретувати той чи той артефакт, то позитивного результату в комунікації не буде. Для цього необхідна керована система отримання, обробки, аналізу даних і відпрацьована схема інтерпретації отриманого аналізу.

Розвиваючи систему «людина-середовище-машина», такі великі корпорації у сфері ІТ, як Google, вбачають майбутнє для віртуальної реальності у VR-пристроїх, наприклад Google Cardboard, що являє собою платформу віртуальної реальності, реалізованої за допомогою шолома, який за задумом розробників можна зібрати з підручних матеріалів: картону, оптичних лінз, смартфона. Проект вперше був представлений на конференції Google I/O у 2014 році. Один з перших додатків, випущений для такого пристрою, являє собою віртуальну екскурсію Лувром у Парижі (Musée du Louvre, 2019).

Сучасні технічні засоби наразі надають широкі можливості й для створення електронних банків даних, які дають змогу зберігати та впорядковувати за певними ознаками матеріал різного типу (текст, графіку, фотографії, аудіо-, відеозаписи, археологічні знахідки та ін.), що вкрай важливо в контексті музейної діяльності. Передумови до створення комп'ютерної інформаційно-пошукової системи, яка б на державному рівні забезпечила всебічний облік даних, накопичених за часи становлення археології як науки, велися досить давно (Піоро, 2000). Одними з перших дослідників у сфері археології, які працювали над розробкою інформаційно-пошукової системи та займалися проблемами формалізації даних, були К. Бунятян, С. Пустовалов та М. Ричков на чолі з В. Генінгом, які працювали у відділі теорії та методик археологічних досліджень Інституту археології. Протягом більш як двох десятиліть співробітники відділу видали низку ґрунтовних праць, в яких представлено результати наукового пошуку в галузі використання формалізовано-статистичних методів із залученням ЕОМ в археології. Одну з їхніх спільних праць (Бунятян та ін., 1989) присвячено початковим етапам створення автоматизованої системи обробки археологічної інформації на ЕОМ – створенню інформаційно-пошукової системи з археологічних культур, представлених курганними пам'ятниками з переведенням надалі на ЕОМ. Система мала бути спрямована на обробку масового археологічного матеріалу та значно спрощувати математичну роботу археологів. Але, на жаль, програма математичного забезпечення ІПС на ЕОМ так і залишилась незавершеною. Наразі принципами з обробки історичних матеріалів, закладеними в основу цієї системи, користуються науковці в Національному Києво-Печерському історико-культурному заповіднику, Національному заповіднику «Софія Київська», Науково-дослідному інституті пам'яткоохоронних досліджень.

«Цифрова революція», що виникла на Заході, привнесла в роботу українських музеїв новий зміст – почали активно впроваджуватися комп'ютерні технології (у першу чергу такі, які дають змогу отримати інформацію для відвідувачів, переглянути постійну експозицію та ознайомитися з розкладом виставок). Технологічні

досягнення останніх п'яти-десяти років призвели до розробки та здійснення безлічі проєктів з дослідження, збереження, інтерпретації та подання різних елементів культурної спадщини з використанням комп'ютерної візуалізації. Ця технологія визначила сучасним музеям (як і іншим культурним інституціям) три основні цілі присутності в мережі Інтернет:

- забезпечення доступу до культурної спадщини, що поєднує музей зі суспільством;
- просування культури в суспільстві (поєднання культури / освітньої інформації зі суспільством);
- застосування інформаційних технологій для збереження культурної спадщини (у поєднанні технологій з музейною практикою).

Унаслідок упровадження комп'ютерної візуалізації музеї стали створювати свої «віртуальні» версії у вигляді інтерактивних 3D-будівель, експозицій і галерей (таке позиціонування, зокрема, можна спостерігати на вебсайтах Лувру в Парижі, Музею Метрополітен в Нью-Йорку та ін.).

Зокрема, Google Ukraine в партнерстві з Міністерством культури України оцифрували сім музеїв у різних регіонах України і створили спеціальний сайт «Музеї України просто неба», де можна здійснити віртуальну подорож, дізнатися більше про народну архітектуру і побут, відчути всю самотність української культури. 3D-тури всіх музеїв також доступні в режимі Street View на Картах Google. Проєкт є частиною кампанії «Автентична Україна» (Музеї України просто неба, 2020).

На сьогодні віртуальний музей відчуває конкуренцію з музеєм традиційним. Ще кілька років тому було легко визнати перевагу традиційного музею через те, що віртуальні музеї були рідкістю та візуально простими, що робило їх недостатньо привабливими для постійних відвідувачів. Проте унаслідок стрімкої технологічної еволюції – поліпшення програмного забезпечення, збільшення швидкості з'єднання і візуального інтерфейсу – сайти віртуальних музеїв стали більш доступними та зручними для перегляду і засвоєння інформації. Одними з перших на необхідність упровадження нових цифрових технологій відгукнулися художні музеї, які почали створювати цифрові копії реальних творів мистецтва (тобто репродукцій картин, наявних у фізичному світі). Так, візуалізацію отримали артефакти мистецтва, створені у віртуальному просторі, що не мають фізичного втілення (Moreno, 2019). Цей вид мистецтва отримав назву мережевого мистецтва (прикладом його може слугувати цифрова фотографія).

Потрібність віртуального музею обумовлена також необхідністю репрезентації розділеної по різних музеях загальної колекції, зібраної в одному місці (віртуальному просторі) через причини правового й економічного характеру (наприклад, Уявний музей Іспанії (El Museo Imaginado, 2019), що відображає цифрові копії іспанського живопису, які належать різним галереям за межами країни).

Отож, віртуальний музей демонструє важливий смисловий ефект – можливість стирання кордонів між містами та країнами, між віддаленими оригінальними експонатами і їх точними цифровими двійниками в екранному зображенні. Різниця між експонатами, які перебувають на дисплеї, і реальними артефактами, які експонуються в традиційному музеї, виявляється нівельованою і переважно

неважливою (з погляду отримання інформації). У підсумку виграє відвідувач музею, який має бажання долучитися до мистецтва, але не має можливості або дістатися до місця зберігання оригіналу, або не має часу для відвідування музею. Також виграє музей, який надає зручну послугу доступу до колекцій.

Ще один важливий момент у функціонуванні віртуальних музеїв (або віртуальних експозицій) – посилення кумулятивного ефекту завдяки тому, що він стає рекламою, яка привертає увагу до традиційного музею. У цьому разі традиційний і віртуальний музеї поєднані між собою – один зумовлює відвідування іншого.

Якщо проаналізувати поведінку відвідувачів, то тут можна звернутися до дослідження італійських учених у сфері людино-комп'ютерної взаємодії Л. Іронатті та Л. Чіттаро. Вони виявили, що поведінку віртуальних відвідувачів у віртуальних тривимірних середовищах ідентифіковано як схожу на поведінку реальних відвідувачів у реальному музейному середовищі (Chittaro, 2004). Інформація про поведінку відвідувачів є важливим показником здатності експонатів (віртуальних чи інших) залучати увагу відвідувачів і підтримувати їх інтерес.

З погляду музейної політики, віртуальні користувачі є найбільш зацікавленою стороною, яка має бути розглянута в пріоритеті та має безпосередньо брати участь у житті традиційних музеїв. У музеях, які мають намір зробити свої колекції доступними через інтернет, украй важливо, щоб отримані візуальні інтерфейси були призначені для максимальної взаємодії та забезпечення позитивного користувацького досвіду.

Проблема традиційних музеїв полягає в тому, що більша частина його колекції з погляду доступності знаходиться далеко від відвідувачів через просторові обмеження виставкових площ. Через це музеям традиційним часто доводиться звертатися до тимчасових виставок. У порівнянні з традиційним музеєм віртуальний простір постає як жива імітація реальності, в якій можливе довге (навіть нескінченне), що не піддається руйнуванню, життя віртуальних копій артефактів, «упакованих» в архіви, та які перебувають в інтернеті в цифровому вигляді.

Якщо взяти український контекст, то є деяке відставання від Заходу – і в технологіях, і в комунікації із зовнішнім середовищем. Для широкого впровадження технологій українським музеям потрібні ефективні, економічні та прості методи створення віртуальних виставок і виставок доповненої реальності на основі їх колекції 3D-моделей. Роботу зі створення виставок можуть виконувати співробітники музею, від яких не можна очікувати, що вони будуть фахівцями у сфері інформаційних технологій. Але все ж в Україні дедалі більше реалізується проєктів з оцифрування музейних колекцій. Зокрема, потужний старт Українського культурного фонду, а також програми підтримки стимулювали появу в країні численних ініціатив з оцифрування музейних предметів. Проте переважна більшість зосереджена на роботі з формою, зображенням і практично ніхто не працює належним чином зі змістом. Результати здебільшого представлені класичним вебсайтом з доступом до інформації виключно через споглядання на моніторі. До речі, у 2019 році ГО «Український центр розвитку музейної справи» (УЦРМС) спільно з Національним музеєм історії України у Другій світовій війні та Естонським військовим музеєм за фінансової підтримки Європейського Союзу (у ме-

жах програми Culture Bridges) у межах програми ProMuseum здійснили проєкт Museum Digital Lab. Місією проєкту стала розбудова в Україні інфраструктури даних у сфері культурної спадщини, інтеграція даних українських музеїв із зарубіжними (міжнародними) банками даних та мережами/ресурсами, а також розвитком цифрових компетенцій у музейних фахівців України (Піоро, 2019).

Інший приклад застосування новітніх технологій в українських музеях – курс «Створення цифрових імерсивних інструментів для музеїв», розроблений освітньою платформою Sensorata Academy. Протягом цього курсу учасники команд розробили 4 проєкти з використанням технологій віртуальної (VR) та доповненої (AR) реальності. Один з них – це мобільний AR-додаток для Національного музею «Чорнобиль». Створений на платформі UNITY, 3D інтерактивний AR-додаток за допомогою інформаційно насиченої гри допомагає розібратися, що таке радіація та який вплив вона має на середовище (Піоро, 2019).

Отже, безсумнівна перевага віртуального музею полягає в тому, що, не витісняючи та не замінюючи традиційний, він може надати зручну навігацію екскурсійного маршруту для відвідувача, активізувати в інтерактивній грі пізнавальні реакції глядачів. Досвід, отриманий в традиційному музеї, персоналізується – відвідувач «приходить» до музею (віртуального) уже в будь-який час. Однак для того, щоб вибудувати триаду віртуальний-традиційний-віртуальний музей, музеї мають стратегічно реалізовувати цю концепцію, розглянувши багаторазові платформи та канали доставки інформації (візуальний інтерфейс), збагачуючи зміст під час розробки контенту візуалізацією.

Висновки. Вищевикладене дає підстави зробити висновок, який уточнить мету, життєздатність і сучасність віртуального музею: музей покликаний допомогти людям упоратися з «інформаційним перевантаженням», що зростає, допомогти знайти свій шлях, потрібну інформацію в потрібний час, розширюючи горизонти розуміння історії мистецтва, а також стимулюючи відвідувати музей у майбутньому.

Коли мистецтво в цифровому вигляді відтворюється у віртуальному просторі, воно не тільки набуває цінності виставки, а й стає інтерактивним сегментом. Тому музеї мають можливості, за допомогою яких відвідувачі створюють свої власні зв'язки. Ці перспективи знаменують собою важливе зрушення в музейній роботі – зрушення до глибшого розуміння місця художніх творів у віртуальному просторі та досягнення мети сприяти соціальному контакту з аудиторією. Віртуальний музей стає засобом розвитку особистості, її самокорекції та психологічної адаптації, інтелектуального зростання і розвитку культури.

Безсумнівно, віртуальні музеї – явище полісемантичне. Це потужний культурний ресурс у цифровому середовищі. Музеї завжди були під впливом різних зовнішніх чинників і розвивалися в контексті культури, взаємодіючи з соціальним середовищем і цивілізацією. Однак не варто розглядати віртуальні музеї тільки як «дзеркало» традиційних музеїв – це було б занадто простим рішенням і могло б обмежити їхню роль у суспільстві. І ті, і інші маємо розглядати як взаємодоповнювальні інститути, які разом забезпечують цілісне уявлення про культуру, історію, мистецтво, освіту, науку.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

- Астафьева, О.Н., 2013. Медиалогия как синтез наук: в объективе – изменяющаяся социокультурная реальность. *Культурологический журнал*, 1 (11), с.1-8.
- Бунятян, Е.П., Генинг, В.Ф., Пустовалов, С.Ж. и Рычков, Н.А., 1989. *ИПС – информационно-поисковая система по погребальным памятникам*. Киев: Институт археологии.
- Внутских, А.Ю., 2012. «Революция машин» и «Машины революции»: о перспективах конвергентных технологий. *Философские проблемы информационных технологий и киберпространства*, 1, с.24-31.
- Грегори, Р.Л., 2003. *Разумный глаз*. Перевод с английского. 2-е изд. Москва: Едиториал УРСС.
- Кириченко, М.О., 2017. Формування цифрової культури як результат розвитку культури інформаційного суспільства. В: Воронкова, В.Г. ред. *Становлення і розвиток інформаційного суспільства як основи забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави*. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Запоріжжя, Україна, 23-24 листопада 2017. [online] Доступно: <http://www.zgia.zp.ua/gazeta/mnkonf_34.pdf> [Дата звернення 11 жовтня 2020].
- Козаченко, О.О., 2014. Музей як соціокультурний феномен: основні трансформаційні тенденції. *Міжнародний науковий форум: соціологія, психологія, педагогіка, менеджмент*, [online] 16, с.117-129. Доступно: <http://enpuir.npu.edu.ua/bitstream/123456789/6203/1/Issue_16_Kozachenko.pdf> [Дата звернення 15 жовтня 2020].
- Маньковська, Р., 2013. Сучасні музейні комунікації та перспективи їх розвитку. *Краєзнавство*, 3, с.75-84.
- Музеї України просто неба*. [online] Доступно: <<https://museums.authenticukraine.com.ua/en/>> [Дата звернення 15 жовтня 2020].
- Національний музей “Чорнобиль”. Віртуальний тур. *Національний музей “Чорнобиль”*. [online] Доступно: <<http://chornobylmuseum.kiev.ua/uk/virtual-tour/>> [Дата звернення 15 жовтня 2020].
- Оніпко, Т.В. та Семергей, Н.В., 2016. Сучасні інформаційні технології музейної справи. В: Передерій, І.Г. та Соляник, А.А. ред. *Документно-інформаційні комунікації в умовах глобалізації*. Матеріали I Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції. Полтава, Україна, 3 грудня 2015. Полтава: ПолтНту, с.113-118.
- Піоро, В. упоряд., 2019. *Цифра в музеї. Linked Data*. Київ: Лопатіна О.О.
- Піоро, В.І, 1999. База даних “Поховальні пам’ятки енеоліту-бронзового віку степової України”. *Мислене древо*. [online] Доступно: <<https://www.myslenedrevo.com.ua/uk/Sci/Archeology/Archeometry/ITechnol/FuneralMonumentsDB.html/>> [Дата звернення 15 жовтня 2020].
- Таратута, Е.Е., 2007. *Философия виртуальной реальности*. Санкт-Петербург.
- Трач, Ю.В., 2016. Тенденції та основні прояви віртуалізації сучасної культури. *Культура і мистецтво у сучасному світі*, 17, с.91-98.
- Трач, Ю.В., 2017. Трансформація творчості у контексті розвитку технологій віртуальної реальності. *Вісник Національної академії керівних кадрів культури і мистецтв*, 1, с.44-48.
- Туманова, Е.В., 2011. *Виртуальный музей как средство распространения культурной и образовательной информации в рамках воспитательного пространства*. [online] Доступно: <<http://rudocs.exdat.com/docs/index-332099.html>> [Дата звернення 10 вересня 2020].

- Bianchini, R., 2018. *When museums became virtual – 2: now & beyond*. [online] Available at: <<https://www.inexhibit.com/casestudies/virtual-museums-part-2-today-and-beyond/>> [Accessed 15 October 2020].
- Chittaro, L. and Ieronutti, L., 2004. A Visual Tool for Tracing Behaviors of Users in Virtual Environments. In: *Proceedings of AVI 2004. 7th International Conference on Advanced Visual Interfaces*. New York: ACM Press, pp.40-47.
- El Museo Imaginado, Museo Virtual de la Pintura Española (MUSIMA)*, 2019. [online] Available at: <<http://www.museoimaginado.com/textos1.htm>> [Accessed 15 October 2020].
- Moreno, M.-J., 2019. Art Museums and the Internet: The Emergence of the Virtual Museum. *Crossings: eJournal of Art and Technology*. [online] Available at: <<http://crossings.tcd.ie/issues/5.1/Moreno/>> [Accessed 15 October 2020].
- Musée du Louvre*. [online] Available at: <<https://www.louvre.fr/>> [Accessed 15 October 2020].
- Singleton, W.T., 1967. The Systems Prototype and His Design Problems. *Ergonomics*, 1 (2), pp.120-124.

REFERENCES

- Astafeva, O.N., 2013. Medialogija kak sintez nauk: v obektive – izmenjajushhajasja sociokul'turnaja real'nost' [Medialogy as a synthesis of sciences: in the lens – a changing socio-cultural reality]. *Kulturologicheskij zhurnal*, 1 (11), pp.1-8.
- Bianchini, R., 2018. *When museums became virtual – 2: now & beyond*. [online] Available at: <<https://www.inexhibit.com/casestudies/virtual-museums-part-2-today-and-beyond/>> [Accessed 15 October 2020].
- Bunjatjan, E.P., Gening, V.F., Pustovalov, S.Zh. and Rychkov, N.A., 1989. *IPS – informacionno-poiskovaja sistema po pogrebalnym pamjatnikam* [ISS – information retrieval system for burial monuments]. Kyiv: Institut arheologii.
- Chittaro, L. and Ieronutti, L., 2004. A Visual Tool for Tracing Behaviors of Users in Virtual Environments. In: *Proceedings of AVI 2004. 7th International Conference on Advanced Visual Interfaces*. New York: ACM Press, pp.40-47.
- El Museo Imaginado, Museo Virtual de la Pintura Española (MUSIMA)* [The Imagined Museum, Virtual Museum of Spanish Painting (MUSIMA)], 2019. [online] Available at: <<http://www.museoimaginado.com/textos1.htm>> [Accessed 15 October 2020].
- Gregori, P.L., 2003. *Razumnyj glaz* [Intelligent Eye]. Translation from English. 2nd ed. Moscow: Editorial URSS.
- Kozachenko, O.O., 2014. Muzei yak sotsiokulturnyi fenomen: osnovni transformatsiini tendentsii [Museum as a socio-cultural phenomenon: the main transformational trends]. *Mizhnarodnyi naukovyi forum: sotsiologija, psihologija, pedahohika, menedzhment*, [online] 16, pp.117-129. Available at: <http://enpuir.npu.edu.ua/bitstream/123456789/6203/1/Issue_16_Kozachenko.pdf> [Accessed 15 October 2020].
- Kyrychenko, M.O., 2017. Formuvannia tsyfrovoi kultury yak rezultat rozvytku kultury informatsiinoho suspilstva [Formation of digital culture as a result of the development of information society culture]. In: Voronkova, V.H. ed. *Stanovlennia i rozvytok informatsiinoho suspilstva yak osnovy zabezpechennia konkurentospromozhnosti Ukrainy u sviti ta staloho rozvytku suspilstva i derzhavy* [Formation and development of the information society as a basis for ensuring Ukraine's competitiveness in the world and sustainable development of

- society and the state]. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference. Zaporizhia, Ukraine, 23-24 November, 2017. [online] Available at: <http://www.zgia.zp.ua/gazeta/mnkonf_34.pdf> [Accessed 11 October 2020]
- Mankovska, R., 2013. Suchasni muzeini komunikatsii ta perspektyvy yikh rozvytku [Modern museum communications and prospects for their development]. *Kraieznavstvo*, 3, pp.75-84.
- Moreno, M.-J., 2019. Art Museums and the Internet: The Emergence of the Virtual Museum. *Crossings: eJournal of Art and Technology*. [online] Available at: <<http://crossings.tcd.ie/issues/5.1/Moreno/>> [Accessed 15 October 2020].
- Musée du Louvre*. [online] Available at: <<https://www.louvre.fr/>> [Accessed 15 October 2020].
- Muzei Ukrainy prosto neba* [Open-air museums of Ukraine]. [online] Available at: <<https://museums.authenticukraine.com.ua/en/>> [Accessed 15 October 2020].
- Natsionalnyi muzei "Chornobyl". Virtualnyi tur [National Museum "Chernobyl". Virtual tour]. *Natsionalnyi muzei "Chornobyl"*. [online] Available at: <<http://chornobylmuseum.kiev.ua/uk/virtual-tour/>> [Accessed 15 October 2020].
- Onipko, T.V. and Semerhei, N.V., 2016. Suchasni informatsiini tekhnolohii muzeinoi spravy [Modern information technologies of museum business]. In: Perederii, I.H. and Solianyuk, A.A. eds. *Dokumentno-informatsiini komunikatsii v umovakh hlobalizatsii* [Documentary and information communications in the context of globalization]. Proceedings of the First All-Ukrainian Scientific and Practical Internet Conference. Poltava, Ukraine, 3 December, 2015. Poltava: PoltNtu, pp.113-118.
- Piuro, V. comp., 2019. *Tsyfra v muzei. Linked Data* [The figure in the museum. Linked Data]. Kyiv: Lopatina O.O.
- Piuro, V.I., 1999. Baza danykh "Pokhovalni pamiatky eneolitu-bronzovoho viku stepovoi Ukrainy" [Database "Eneolithic-Bronze Age burial monuments of steppe Ukraine"]. *Myslennye drevo*. [online] Available at: <<https://www.myslennedrevo.com.ua/uk/Sci/Archeology/Archeometry/ITechnol/FuneralMonumentsDB.html/>> [Accessed 15 October 2020].
- Singleton, W.T., 1967. The Systems Prototype and His Design Problems. *Ergonomics*, 1 (2), pp.120-124.
- Taratuta, E.E., 2007. *Filosofiiia virtualnoi realnosti* [Philosophy of virtual reality]. St. Petersburg.
- Trach, Yu.V., 2016. Tendentsii ta osnovni proiavy virtualizatsii suchasnoi kultury [Trends and main manifestations of virtualization of modern culture]. *Kultura i mystetstvo u suchasnomu sviti*, 17, pp.91-98.
- Trach, Yu.V., 2017. Transformatsiia tvorchosti u konteksti rozvytku tekhnolohii virtualnoi realnosti [Transformation of creativity in the context of the development of virtual reality technologies]. *Visnyk Natsionalnoi akademii kerivnykh kadrov kultury i mystetstv*, 1, pp.44-48.
- Tumanova, E.V., 2011. *Virtualnyi muzei kak sredstvo rasprostraneniia kulturnoi i obrazovatelnoi informatsii v ramkakh vospitatelnogo prostranstva* [The virtual museum as a means of disseminating cultural and educational information within the educational space]. [online] Available at: <<http://rudocs.exdat.com/docs/index-332099.html>> [Accessed 10 September 2020].
- Vnitskih, A.Ju., 2012. "Revoljucija mashin" i "Mashiny revoljucii": o perspektivah konvergentnykh tehnologij ["Machine revolution" and "Revolution machines": on the prospects of convergent technologies]. *Filosofskie problemy informacionnykh tehnologij i kiberprostranstva*, 1, pp.24-31.

UDC 004.946:069***Volynets Viktoriia,****PhD in Cultural Studies,**Senior Lecturer at the Department of Computer Science,**Kyiv National University of Culture and Arts,**Kyiv, Ukraine**vika-volynets@ukr.net**<https://orcid.org/0000-0003-3783-508X>*

NEW CONTENT AND POTENTIAL OF THE VIRTUAL MUSEUM

The purpose of the research is to reveal the features of the virtual museum and its potential. **Research methodology.** The choice of research methods was determined by the purpose of the article and the subject of the study, in particular, a systematic approach was applied to the processing of works on the problems of digitalization of culture, museum practice, and the method of comparative analysis was also applied (concerning the functioning of traditional and virtual museums in the logic of similarity / difference). **Scientific novelty.** The issues of the virtual museum problems under the influence of digitalization are touched upon. **Conclusions.** The virtual museum, firstly, is phenomenologically relevant to digital culture, and secondly, it creates digital artefacts accessible to any person, copies of which differ in intraspecific features. As a form of developing interactivity in the work of traditional museums, a virtual museum is an important addition, a means, expands the practice of creative communication of museum workers, and also contributes to their involvement in increasing their own digital competencies.

Keywords: virtuality; virtual reality; virtualization; virtual culture; virtual museum; computer technology; digitalization; digital culture.

УДК 004.946:069

Волынец Виктория,

кандидат культурологии, старший преподаватель

кафедры компьютерных наук,

Киевский национальный университет культуры и искусств,

Киев, Украина

vika-volynets@ukr.net

<https://orcid.org/0000-0003-3783-508X>

НОВОЕ СОДЕРЖАНИЕ И ПОТЕНЦИАЛ ВИРТУАЛЬНОГО МУЗЕЯ

Цель исследования – раскрыть особенности деятельности виртуального музея и его потенциал.

Методы исследования. Выбор методов исследования обусловлен целью статьи и предметом исследования, в частности применен системный подход к обработке работ по проблемам цифровизации культуры, музейной практики, также применен метод сравнительного анализа (применительно к функционированию традиционного и виртуального музеев в логике сходство/различие).

Научная новизна. Затрагиваются вопросы проблематики виртуального музея под влиянием цифровизации.

Выводы. Виртуальный музей, во-первых, феноменологически является релевантным цифровой культуре, во-вторых, он создает доступные для восприятия любого человека цифровые артефакты, копии которых различаются внутривидовыми особенностями. Как форма развития интерактивности в работе традиционных музеев, виртуальный музей – важное дополнение, средство, расширяющее практику творческой коммуникации музейных работников, а также способствует их привлечению к повышению собственных цифровых компетенций.

Ключевые слова: виртуальность; виртуальная реальность; виртуализация; виртуальная культура; виртуальный музей; компьютерные технологии; цифровизация; цифровая культура.

20.11.2020

УДК 004.4'236**DOI: 10.31866/2617-796x.3.2.2020.220584****Ткаченко Олександр,**

кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри
інженерії програмного забезпечення,
Національний авіаційний університет,
Київ, Україна
aatokg@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-6911-2770>

Гуменюк Максим,

магістрант кафедри інформаційних технологій та дизайну,
Державний університет інфраструктури та технологій,
Київ, Україна
return.gmd@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-4475-0789>

ДЕЯКІ АСПЕКТИ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ СТАТИСТИЧНИХ ТА НАУКОВИХ ДАНИХ

Метою статті є дослідження, аналіз і розгляд загальних проблем і перспектив використання наявних методів візуалізації статистичної та аналітичної інформації.

Методами дослідження є методи семантичного аналізу основних понять цієї предметної сфери (візуалізація статистичних і наукових даних). У статті розглянуто підходи до візуалізації інформації.

Новизною проведеного дослідження є аналіз математичного і статистичного апарату, який може застосовуватися для візуалізації статистичних і наукових даних, і опис деяких аспектів візуалізації.

Висновки. У роботі досліджено наявні погляди на візуалізацію даних, яка є поданням деяких даних у графічній формі та може бути використана з метою маркетингової діяльності, а також види об'єктів інфографіки та критерії її створення. Враховуючи результати проведеного аналізу, автори прийняли рішення щодо розробки програмного продукту візуалізації статистичних і наукових даних, визначили його математичне обґрунтування.

Ключові слова: статистичні дані; аналітичні дані; статистика; візуалізація інформації; інфографіка; діаграма Ганта; дендрограма; візуалізація в 3D-просторі.

Вступ. У процесі наукової комунікації виникає проблема можливості надання інформації, зрозумілої широкому колу дослідників. У процесі експоненціального зростання інформаційних, зокрема документальних, потоків зростає потреба щодо згортання тексту, його наочності (способів візуалізації), цілісності відображення змісту контенту (висловлювань, лексем, окремих текстових фрагментів, статистичних і наукових даних тощо), компактного узагальнення даних.

На сьогодні є великий вибір програм, які пропонують аналіз і відображення статистичних та наукових (аналітичних) даних, але багато з них реалізовано для однієї чи декількох операційних систем. Більшість програм, що підтримують аналіз і відображення статистичних та різноманітних наукових даних, покладаються на online-сервіси обчислення даних через центральні сервери та є сумісними тільки з певними наборами інструментів розробки (Нефедьєва, 2013; Говорова, 2017; Беляев, 2015; Бринтон, 2017; Turner, 2010). Особливістю таких програм є й те, що вони мають переважно закритий вихідний код.

Метою дослідження, якому присвячена ця робота, є аналіз застосування на практиці та вдосконалення візуальних способів відображення даних.

У багатьох дисциплінах візуалізацію даних розглядають як сучасний еквівалент візуальної комунікації, що не належить якійсь одній сфері, а застосовується в багатьох (наприклад, її розглядають як сучасний напрям описової статистики, але також і як обґрунтовану теорію розвитку інструментарію в інших сферах). Вона охоплює створення та дослідження візуального представлення даних, що означає «інформацію, яка була в абстрагованому схематичному вигляді, у тому числі для атрибутів або змінних одиниць інформації».

Візуалізацію даних зараховуємо до методів, які використовують для передачі даних або інформації за допомогою їх кодування як візуальних об'єктів, що містяться в графіку.

Мета полягає в тому, щоб передавати інформацію чітко й ефективно для її користувачів. Це не означає, що візуалізація даних має бути нудною, щоб на вигляд бути красивою. Для ефективної передачі ідеї естетична форма і функціональність мають йти пліч-о-пліч, забезпечуючи розуміння даних, що надаються користувачеві. Тобто мета роботи полягає в короткому розгляді суті понять «візуалізація даних» та «інфографіка».

Результати дослідження. Статистика – дисципліна, яка займається збиранням, організацією, аналізом, інтерпретацією та представленням даних. Застосування статистики в науковому, промисловому чи соціальному завданні зазвичай починається з генеральної сукупності чи статистичної моделі дослідження.

Генеральними сукупностями можуть бути різноманітні групи людей, об'єктів, явищ чи процесів, таких як «всі люди, що живуть в якійсь країні» або «кожен з атомів, що складає кристал». Статистика займається всіма аспектами даних, включно з плануванням процесів збирання даних щодо об'єктів, явищ, процесів, обстежень, експериментів тощо.

Коли зібрати дані щодо якогось об'єкта неможливо, статистики збирають дані, розробляючи спеціальні плани експериментів, та вибірки для обстеження. Репрезентативні вибірки забезпечують можливість розумного розширення висновків і рішень з цієї вибірки на сукупність в цілому.

Збір даних щодо експериментального дослідження охоплює здійснення вимірювань щодо функціонування досліджуваної системи, маніпулювання цією системою, а потім здійснення додаткових вимірювань із застосуванням тієї ж процедури, щоб визначити, чи змінило маніпулювання значення цих вимірювань.

Спостережене дослідження функціонування системи не містить експериментального маніпулювання даними.

Під час аналізу даних використовують такі основні статистичні методи: *описову статистику*, яка узагальнює дані з вибірки із застосуванням статистичних індексів, таких як середнє значення і стандартне відхилення, та *індуктивну статистику*, яка робить висновки з даних, що піддаються впливу випадкової зміни (наприклад, похибкам спостережень, варіюванню вибірки тощо).

Описова статистика найчастіше співвідноситься з такими наборами властивостей розподілу (вибірки або загальної сукупності): центральна тенденція (або положення) прагне схарактеризувати центральне або типове значення цього розподілу, тимчасом як дисперсія (або мінливість) характеризує міру, до якої елементи цього розподілу відхиляються від його центру та один від одного. Висновки роблять щодо результатів аналізу випадкових явищ.

Стандартна статистична процедура охоплює збирання даних. Це веде до перевірки взаємозв'язків між двома наборами статистичних даних або набором даних та синтетичними даними, отриманими на основі обробки ідеалізованої моделі досліджуваного об'єкта, явища, процесу тощо.

При статистичному взаємозв'язку між двома наборами даних пропонують використовувати відповідну статистичну гіпотезу і порівнювати її (як альтернативу) з ідеалізованою нульовою гіпотезою про відсутність взаємозв'язків між цими двома наборами даних.

Відхил/спростування нульової гіпотези здійснюється із застосуванням статистичних критеріїв, що кількісно відображають зміст, в якому хибність нульової гіпотези можна вважати доведеною у разі наданих даних, які використовують у цій перевірці.

Працюючи, як це вказано вище, і починаючи від нульової гіпотези, розпізнають два основні види помилок: помилки 1-го роду та помилки 2-го роду. Із цією системою пов'язані численні проблеми. Це, зокрема, й отримання достатнього розміру вибірки, й указування адекватної нульової гіпотези.

Візуалізація статистичних даних – невід'ємна частина статистики як науки. Правильне відображення (візуалізація, уявлення) інформації за допомогою графічного зображення статистичних даних найчастіше є не менш важливим, ніж етапи збору, обробки й аналізу даних, оскільки отримані дані мають бути представлені користувачу в адекватній задачі, ясній і зрозумілій формі.

Різноманітні діаграми, графіки та схеми дають змогу описувати складні системи і процеси, організаційні зв'язки, соціальні структури тощо. Отримані дані часто мають здійснювати певний ефект на користувача (колега, роботодавця, замовника) для переконання їх у правильності вироблених рекомендацій і рішень, що приймаються, а також необхідності запропонованих заходів, що дають змогу забезпечити графічні методи.

Крім того, вони економлять час, що витрачається на ознайомлення з отриманими даними, бо надають інформацію в наочному вигляді, допомагають правдиво показувати, порівнювати та зіставляти факти, а також дають змогу користувачеві самостійно робити висновки з них, у той час як вербальний вираз змушує його приймати вже готові висновки.

Пропонуємо визначати форми згортання семантичної інформації як цілісну сферу знання – інфографіку, у межах якої розглядати засоби образно-графічного відображення даних.

Інфографіка – відносно новий, ефективний спосіб, який дає змогу донести інформацію, дані та знання за допомогою їхньої візуалізації. Указаний інструментарій особливо потрібен, якщо слід:

- показати деякий пристрій чи агрегат;
- показати графічне відображення алгоритму (блок-схеми) роботи деякого об'єкта (програми, приладу тощо);
- відобразити співвідношення елементів предметної сфери (їх станів і відповідних фактів) у часі та просторі;
- відобразити тенденцію розвитку (динаміку) деякого об'єкта;
- компактно відобразити складові складного об'єкта, явища чи процесу;
- відобразити великі обсяги інформації.

Графічні форми часто доповнюють текстову інформацію, ширше охоплюючи тему, містять деякі пояснення до авторського змісту.

Бажання надати більш значущу для споживачів інформацію за допомогою яскравого, незабутнього образу можна простежити у всій історії земної цивілізації. Історично першою формою візуалізації були наскельні малюнки, потім – плани, схеми, карти.

Образними (візуалізованим відображенням змісту лексики/слова/речення) за своїм характером є ієрогліфи. Для багатьох галузей знань (предметних сфер) розроблено спеціальні «власні» системи умовних позначень, які є зрозумілими всім фахівцям цих галузей і з успіхом замінюють відповідні текстові роз'яснення.

Однією з основних сфер інфографіки є візуалізація результатів порівняння даних для статистичної або наукової аналітики. Аналітик має враховувати всі багатоаспектні порівняння даних різного роду.

Кожен аспект даних може бути виражений одним з видів порівнянь. Найбільш поширеним є *часовий аспект*, який показує розвиток об'єкта (індикатори: *зростає, знижується, коливається або залишається незмінним*) у певних часових межах.

Покомпонентний аспект дає змогу порівняти кожен компонент у відсотках від якогось загального цілого.

Відобразити співвідношення (взаємозв'язок) даних між собою можливо за допомогою *позиційного порівняння*, а їх залежність між собою – на основі *кореляційних методів*.

Попадання об'єктів у певні інтервали часу чи просторові межі відображається за допомогою *частотного порівняння*.

Є багато способів візуалізації статистичних і наукових даних, наприклад: стовпчаста діаграма, лінійна діаграма, гістограма з декількома осями, кругова діаграма, географічна діаграма, стрім-графік або графік потоку, бульбашкова діаграма і багато інших.

Нижче розглянуто основні способи візуалізації статистичних даних.

Розмаїття діаграм часу представлено часовою шкалою та діаграмою Ганта, яка відображає послідовність, тривалість, початок і закінчення етапів проєкту у вигляді одного або декількох каскадів.

Часова діаграма (часова шкала) являє собою графік, на якому відображено деякий показник та його значення протягом конкретного часового відрізка. Часова діаграма представлена на рисунку 1.

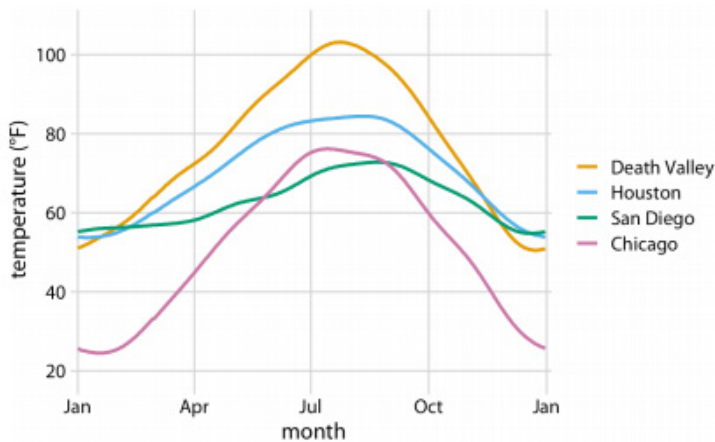


Рис. 1. Часова діаграма

Діаграма Ганта – діаграма, яка використовується для ілюстрації плану, графіка робіт за будь-яким проєктом, у тому числі й ІТ-проєктом. Є одним із засобів планування та управління проєктами.

Діаграма Ганта являє собою сукупність відрізків, що розміщені на горизонтальній шкалі часу. Кожен відрізок відповідає окремій задачі (завданню) або підзадачі.

Задачі та підзадачі (складові плану) розміщуються за вертикаллю. Початок, кінець і довжина відрізка на шкалі часу відповідають початку, кінцю і тривалості задачі. На деяких діаграмах Ганта також показано залежність між задачами.

Діаграму можна використовувати для представлення поточного стану виконання робіт: частина прямокутника, що відповідає задачі, заштриховується, відзначаючи відсоток виконання задачі; показується вертикальна лінія, що відповідає моменту часу – «сьогодні».

Часто діаграму Ганта використовують спільно з таблицею, в якій відображено список робіт. У цій таблиці рядки відповідають окремо взятій задачі, зображеній на діаграмі, а стовпці містять додаткову інформацію про задачу. Приклад діаграми Ганта зображено на рисунку 2.

Відобразити множину зв'язків усередині набору даних можна за допомогою кругових, лінійних діаграм, зв'язків на карті або дендрограм.

Секторна діаграма або кругова діаграма – один зі статистичних графіків у формі кола, який поділений на сегменти, що ілюструють чисельне співвідношення.

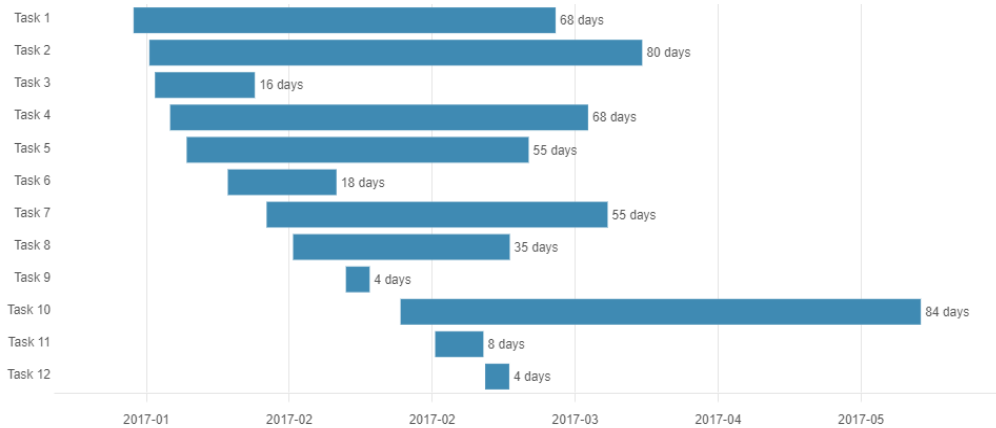


Рис. 2. Діаграма Ганта

У секторній діаграмі довжина кривої кожного сегмента (а отже, і його центральний кут та площа) відповідає числу, яке вона зображує. Незважаючи на те, що англійський варіант (pie chart) отримав свою назву через надзвичайну схожість з пирогом, який ділять на шматки, зовнішній вигляд секторної діаграми може бути різним.

Секторні діаграми дуже широко застосовують у відображенні інформації для бізнесу та засобів масової інформації. Є багато критичних зауважень щодо секторних діаграм, тому більшість фахівців рекомендує уникати їх, посилаючись на дослідження, що показали, як важко порівнювати сегменти секторної діаграми або зіставляти/порівнювати дані з різних секторних діаграм.

Секторні діаграми в більшості випадків можуть бути замінені на інші види графіків, такі як стовпчикові діаграми, коробковий графік і точкові графіки. Приклад кругової діаграми зображений на рисунку 3.

Лінійна діаграма або лінійний графік – тип діаграми, що відображає інформацію множиною точок даних («маркерів»), які з'єднані відрізками. Точки впорядковують за однією віссю (як правило, за віссю x). Приклад лінійної діаграми представлений на рисунку 4.

Дендрограма – візуалізатор, який використовують для представлення результатів ієрархічної кластеризації. Вона показує ступінь близькості окремих об'єктів і кластерів, а також наочно демонструє в графічному вигляді послідовність їх об'єднання чи поділу.

Кількість рівнів дендрограми відповідає кількості кроків злиття або поділу кластерів. У нижній частині рисунку розташована шкала, на якій відкладається відстань між об'єктами в просторі відповідних ознак.

Приклад дендрограми зображено на рисунку 5.

Дані, залежні від географії або архітектури деякого об'єкта, зображуються у вигляді карт: географічних, фотографічних, дорожніх, тематичних, картограм або архітектурних планів. Зіставити між собою значення всередині набору даних у вигляді таблиці дають змогу матриці.

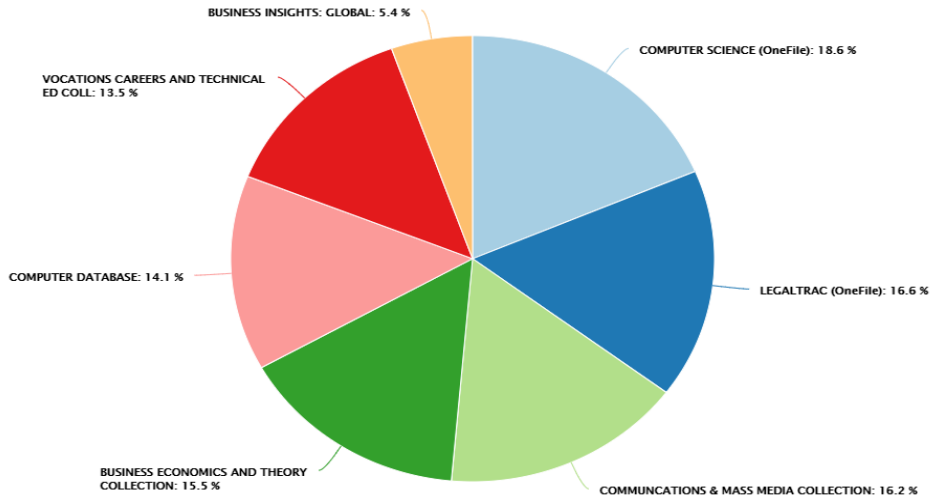


Рис. 3. Кругова діаграма

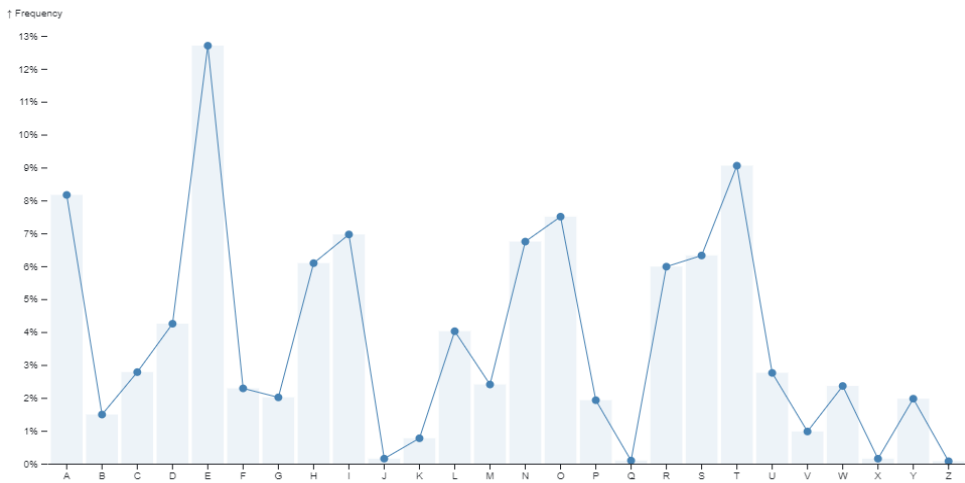


Рис. 4. Лінійна діаграма

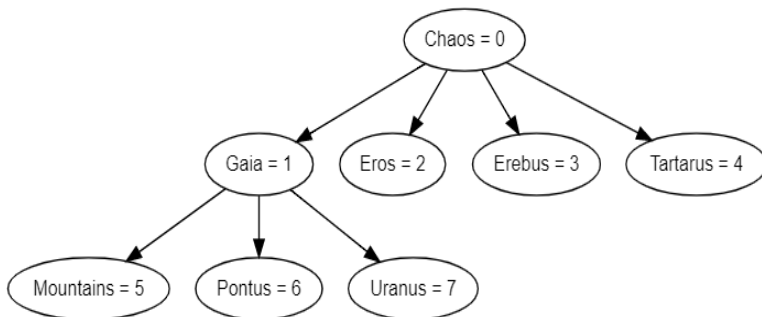


Рис. 5. Дендрограма

Картограма – географічне зображення, на якому розмір об'єктів або відстані залежать від показника, відмінного від площі або дистанції. Тобто така карта може бути масштабована залежно від населення, часу або вартості подорожі тощо.

Також картограми використовують для зображення відносних статистичних показників за адміністративно-територіальними одиницями. На рисунку 6 зображено приклад картограми.

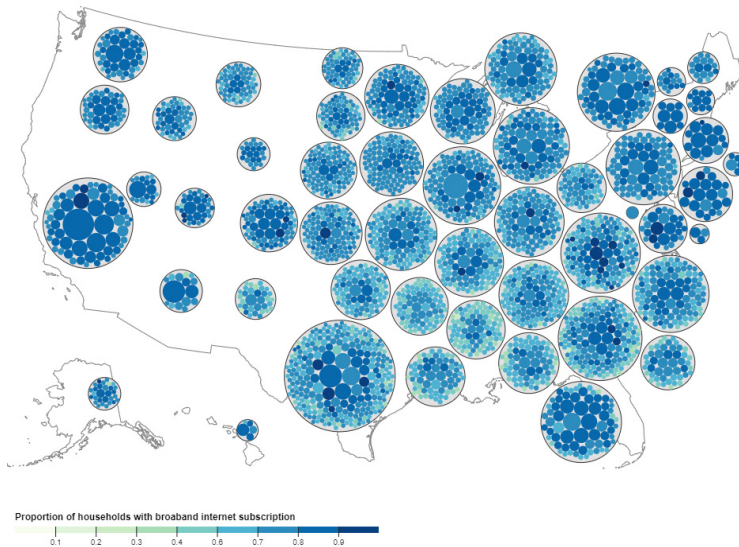


Рис. 6 Картограма

Фонова картограма, хороплет – вид картограми, на якій штриховкою різної густоти або фарбою різного ступеня насиченості зображують інтенсивність будь-якого показника в межах територіальної одиниці.

На рисунку 7 представлено фонову картограму США.

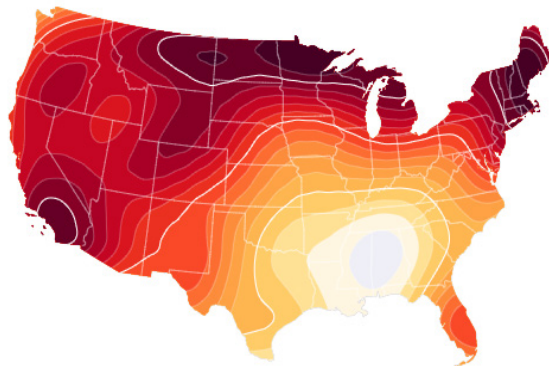


Рис. 7 Фонова картограма США

Неформалізованим і найпривабливішим способом передачі інформації є наочні зображення результатів аналізу, коли процес надання інформації користувачеві поетапно описується за допомогою картинок.

Аналітик усе частіше вдається до цієї форми візуалізації даних, щоб наочно підтвердити виявлені тенденції в розвитку об'єкта (явища, процесу тощо), а головне – спростити процес сприйняття складного аналітичного тексту для споживача (користувача).

Візуалізувати інформацію можна і в тривимірному просторі за допомогою 3D-графіки.

Можна створити стереоскопічне зображення, що створює ілюзію об'ємності, і динамічне, яке може бути створене за допомогою стереоскопії чи анімації.

Наприклад, діаграма, що зображена на рисунку 8, з областями побудована у просторі та представлена в 3D-вимірі.

Наведемо ще один приклад візуалізації в 3D. На рисунку 9 зображена лінійна діаграма, яка має не два параметри, розташованих по осі x та y , а три.

Додається параметр z , бо 3D-простір передбачає три осі для руху лінії: x , y , z .

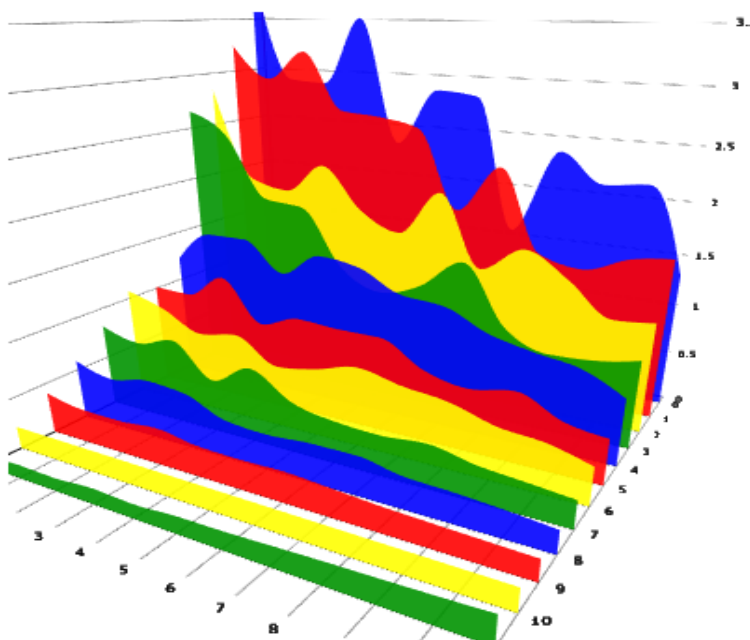


Рис. 8. Діаграма з областями, що побудована в 3D-вимірі

Є правила графічних зображень, які допомагають будувати більш логічні та зрозумілі візуалізації. Наведемо їх:

- необхідно уникати при зображенні кількостей використання площ або об'єгів, бо найбільш зрозумілими є зображення в одному вимірі;
- розташування позначень на візуальному відображенні (кресленні) має дозволяти відраховувати їх від підстави або правого кута карти;

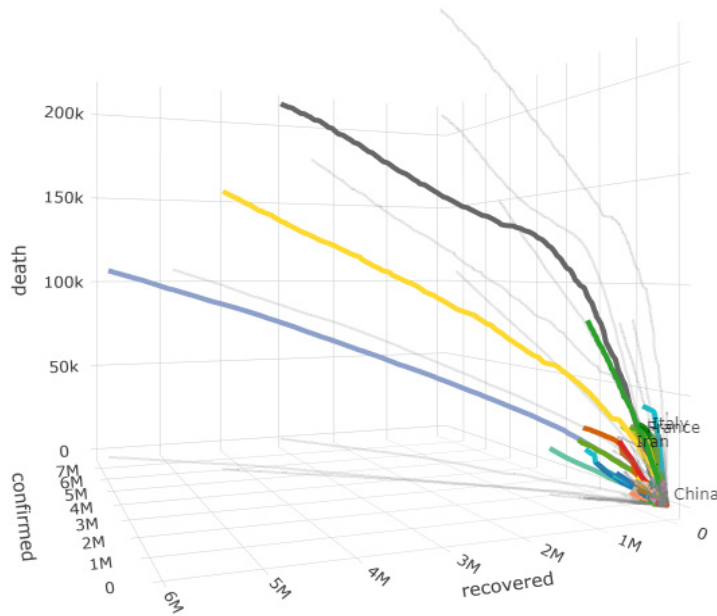


Рис. 9 Лінійна діаграма, побудована в 3D-вимірі

– необхідно йти зліва направо в загальному розташуванні візуальних відображень; горизонтальна шкала для кривих має читатися зліва направо, а вертикальна – від низу до верху;

– рання дата на візуальному відображенні має розташовуватися нагорі (якщо мова йде про рядки) або зліва (якщо мова йде про шпальти);

– цифри для горизонтальної шкали, хоч і можуть бути за необхідності поміщені нагорі, бажано поміщати внизу візуального відображення; насамперед внизу креслення заведено показувати дати; щодо вертикальної шкали, то цифри для неї слід поміщати зліва (справа можливо, але не бажано);

– доречно в діаграмі наводити числові дані, але якщо такий підхід перевантажує графічне подання, тоді необхідно навести ці дані у таблиці, що супроводжує візуалізацію;

– зеленим кольором на візуальному відображенні позначаються бажані або рекомендовані риси, а червоним – небажані або неприйнятні;

– незалежна змінна має показуватися на горизонтальній шкалі;

– для кривих вертикальна шкала має обиратися так, щоб нульову лінію було видно на візуальному відображенні (знизу або посередині, якщо вказані від'ємні значення);

– при позначенні на кресленні процентних величин лінія, що позначає 100 %, має бути однакової товщини з нульовою лінією;

– при заданні горизонтальної шкали вертикальна лінія при нульовому значенні має бути широкою;

- якщо горизонтальна шкала позначає час, лінії по краях праворуч і ліворуч не мають бути товстими (адже можна виводити на екран початок і кінець часу);
- потрібно проводити стільки координатних ліній, скільки необхідно для даних; координатні лінії мають позначатися менш товсто у порівнянні з кривими, бо фон не має проступати занадто яскраво;
- якщо можна, то необхідно давати вертикальні координатні лінії для всіх точок кривої для можливості показу частоти спостережень даних;
- за наявності на візуальному відображенні занадто великої кількості кривих бажано показати цифри, що представляють значення точок на кривій; якщо можна, то необхідно надати ці цифри для демонстрації підсумків (наприклад, річних), які можуть допомогти при читанні візуального відображення інформації;
- текст візуального відображення інформації має бути максимально повним і зрозумілим для виключення можливості його неправильного розуміння; візуальне відображення інформації та заголовки мають бути відокремлені від контексту, але водночас давати всі необхідні відомості щодо об'єкта дослідження; візуальне відображення інформації та заголовки мають розглядатися як єдине ціле;
- усі умовні символи або сигнали, що застосовуються в графічних роботах, мають бути ясними та зрозумілими;
- символічні знаки можуть використовуватися для привертання уваги користувача.

Висновки. Проведене дослідження дає змогу зробити такі висновки. У аналітиків інформаційних ресурсів у розпорядженні є широкий арсенал загальнонаукових і спеціальних засобів візуалізації знання, яке отримали внаслідок виконання спеціальної процедури виведення. Але ще залишаються не розв'язаними проблеми їх спеціалізації під конкретні аналітичні завдання, адаптації користувачів і засвоєння аналітиками сучасних пакетів програм для інформаційного моделювання об'єктів.

У роботі досліджено відомі погляди на візуалізацію даних, яка є поданням деяких даних у мальовничій або графічній формі та може бути використана з метою маркетингової діяльності, а також види об'єктів інфографіки та критерії її створення.

Ураховуючи результати проведеного аналізу та необхідність наявності відповідного програмного забезпечення, прийнято рішення щодо розробки програмного продукту візуалізації статистичних і наукових даних, визначено його математичне обґрунтування, перспективи його кросплатформності.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

Беляев, М.О., 2015. Визуализация данных: инфографика как инструмент маркетинга. *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент*, [online] 9 (4), с.125-130. Доступно: <<https://cyberleninka.ru/article/n/vizualizatsiya-dannyh-infografika-kak-instrument-marketinga>> [Дата обращения 09 октября 2020].

- Бринтон, В., 2017. *Графическое изображение фактов*. Москва: Общественная мысль.
- Говорова, А., 2017. Азбука визуализации данных. *Интеракция. Интервью. Интерпретация*, [online] 9 (13), с.108-110. Available at: <<https://cyberleninka.ru/article/n/azbuka-vizualizatsii-dannyh>> [Дата обращения 06 октября 2020].
- Картограма. *Вікіпедія*. [online] Доступно: <<https://uk.wikipedia.org/wiki/>> [Дата звернення 10 жовтня 2020].
- Нефедьева, К.В., 2013. Инфографика, визуализация данных в аналитической деятельности. *Труды Санкт-Петербургского государственного университета культуры и искусств*, [online] 197, с. 89-93. Доступно: <<https://cyberleninka.ru/article/n/infografika-vizualizatsiya-dannyh-v-analiticheskoy-deyatelnosti>> [Дата обращения 06 октября 2020].
- Секторна діаграма. *Вікіпедія*. [online] Доступно: <<https://uk.wikipedia.org/wiki/>> [Дата звернення 10 жовтня 2020].
- Фонова картограмма. *Вікіпедія*. [online] Доступно: <<https://uk.wikipedia.org/>> [Дата звернення 10 жовтня 2020].
- Tyner, J.A., 2010. Symbolizing Volumes with Polygons: choroplethic maps. In: *Principles of map design*. The Guilford Press, pp.160-169.

REFERENCES

- Beljaev, M.O., 2015. Vizualizacija dannyh: infografika kak instrument marketinga [Data visualization: infographics as a marketing tool]. *Vestnik Juzhno-Uralskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Jekonomika i menedzhment*, [online] 9 (4), pp.125-130. Available at: <<https://cyberleninka.ru/article/n/vizualizatsiya-dannyh-infografika-kak-instrument-marketinga>> [Accessed 09 October 2020].
- Brinton, V., 2017. *Graficheskoe izobrazhenie faktov* [Graphic representation of facts]. Moscow: Obshhestvennaja mysl'.
- Fonova kartogramma [Background cartogram]. *Wikipedia*. [online] Available at: <<https://uk.wikipedia.org/>> [Accessed 10 October 2020].
- Govorova, A., 2017. Azbuka vizualizacii dannyh [The ABC of data visualization]. *Interakcija. Intervju. Interpretacija*, [online] 9 (13), pp.108-110. Available at: <<https://cyberleninka.ru/article/n/azbuka-vizualizatsii-dannyh>> [Accessed 06 October 2020].
- Kartograma [Cartogram]. *Wikipedia*. [online] Available at: <<https://uk.wikipedia.org/wiki/>> [Accessed 10 October 2020].
- Nefed'eva, K.V., 2013. Infografika, vizualizacija dannyh v analiticheskoy dejatel'nosti [Infographics, data visualization in analytical activities]. *Trudy Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta kultury i iskusstv*, [online] 197, pp. 89-93. Available at: <<https://cyberleninka.ru/article/n/infografika-vizualizatsiya-dannyh-v-analiticheskoy-deyatelnosti>> [Accessed 06 October 2020].
- Sektorna diahrama [Pie chart]. *Wikipedia*. [online] Available at: <<https://uk.wikipedia.org/wiki/>> [Accessed 09 October 2020].
- Tyner, J.A., 2010. Symbolizing Volumes with Polygons: choroplethic maps. In: *Principles of map design*. The Guilford Press, pp.160-169.

УДК 004.4'236***Tkachenko Oleksandr,****PhD in Physics and Mathematics,**Associate Professor, at the Department of Software Engineering,**National Aviation University,**Kyiv, Ukraine**aatokg@gmail.com**<https://orcid.org/0000-0001-6911-2770>****Humeniuk Maksym,****Master's Student, at the Department of Information Technologies and Design,**State University of Infrastructure and Technology,**Kyiv, Ukraine**return.gmd@gmail.com**<https://orcid.org/0000-0003-4475-0789>***SOME ASPECTS OF STATISTICAL AND SCIENTIFIC DATA VISUALIZATION**

The purpose of the article is to research, analysis and consider the general problems and perspectives for the use of existing methods of statistical and analytical information visualization.

The research methods are methods of semantic analysis of the basic concepts of the considered subject area (visualization of statistical and scientific data). The article discusses approaches to information visualization.

The novelty of the research is the analysis of the mathematical and statistical apparatus that can be used to visualize statistical and scientific data and describe some aspects of visualization.

Conclusions. The research conducted in the article concludes that the paper explores existing views on data visualization, which is a representation of some data in a graphical form and can be used for marketing activities, as well as types of infographic objects and criteria for its creation.

Taking into account the results of the analysis, the authors decided to develop a software product for the visualization of statistical and scientific data, determined its mathematical justification.

Keywords: statistical data; analytical data; statistics; information visualization; infographics; Gantt chart; dendrogram; visualization in 3D-space.

УДК 004.4'236**Ткаченко Александр,**

кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры инженерии программного обеспечения,
Национальный авиационный университет,
Киев, Украина
aatokg@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-6911-2770>

Гуменюк Максим,

магистрант кафедры информационных технологий и дизайна,
Государственный университет инфраструктуры и технологий,
Киев, Украина
return.gmd@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-4475-0789>

**НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ СТАТИСТИЧЕСКИХ
И НАУЧНЫХ ДАННЫХ**

Целью статьи является исследование, анализ и рассмотрение общих проблем и перспектив использования существующих методов визуализации статистической и аналитической информации.

Методами исследования являются методы семантического анализа основных понятий рассматриваемой предметной области (визуализация статистических и научных данных). В статье рассмотрены подходы к визуализации информации.

Новизной проведенного исследования является анализ математического и статистического аппарата, который может применяться для визуализации статистических и научных данных, и описание некоторых аспектов визуализации.

Выводы. В работе были исследованы существующие взгляды на визуализацию данных, которая является представлением некоторых данных в графической форме и может быть использована с целью маркетинговой деятельности, а также виды объектов инфографики и критерии ее создания. Учитывая результаты проведенного анализа, авторами было принято решение о разработке программного продукта визуализации статистических и научных данных, определено его математическое обоснование.

Ключевые слова: статистические данные; аналитические данные; статистика; визуализация информации; инфографика; диаграмма Ганта; дендрограмма; визуализация в 3D-пространстве.

16.10.2020



**ЗБЕРЕЖЕННЯ КУЛЬТУРНОЇ СПАДЩИНИ
ТА ДОСТУП ДО ЦИФРОВИХ РЕСУРСІВ**
**SAVING CULTURAL HERITAGE AND ACCESS
TO DIGITAL RESOURCES**
**СОХРАНЕНИЕ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ
И ДОСТУП К ЦИФРОВЫМ РЕСУРСАМ**

УДК 004.946:719:061.2(477)

DOI: 10.31866/2617-796x.3.2.2020.220588

Трач Юлія,

кандидат педагогічних наук,

професор кафедри комп'ютерних наук,

Київський національний університет культури і мистецтв,

Київ, Україна

0411@ukr.net

<https://orcid.org/0000-0003-2963-0500>

**УКРАЇНСЬКИЙ ДОСВІД VR-РЕКОНСТРУКЦІЇ ОБ'ЄКТІВ
ІСТОРИКО-КУЛЬТУРНОЇ СПАДЩИНИ**

Мета статті – проаналізувати наявні в Україні проекти віртуалізації об'єктів історико-культурної спадщини.

Методологія дослідження ґрунтується на застосуванні системного методу, який є основою для вивчення явищ, пов'язаних з віртуалістикою.

Наукова новизна полягає в тому, що у статті вперше проаналізовано український досвід VR-реконструкції об'єктів історико-культурної спадщини.

Висновки. Звернено увагу на відсутність в Україні переліку предметів культурної спадщини, що підлягають оцифруванню, а також стандартів створення цифрового ресурсу з метою забезпечення доступності, активного й ефективного його використання, сумісності й обміну даними на локальному і міжнародному рівнях, збереження створеного ресурсу та його актуалізації. Наголошено на можливостях ІТ у сфері забезпечення збереження й управління історико-культурною спадщиною: від створення інформаційних систем, використання різноманітних систем безпеки в збереженні культурної спадщини, контролю та моніторингу стану пам'яток архітектури й інших культурних цінностей, створення і ведення реєстру культурних цінностей, web-технології до застосування технологій візуалізації і технологій віртуальної реальності, які використовують з метою відтворення втрачених чи пошкоджених об'єктів культурної спадщини тощо. Розглянуто сутність та особливості реалізації VR-проектів, таких як «Кишенькова країна», «Трахтемирів-Digital», «Замки 360: Закарпаття», проект з тривимірної конструкції Середнянського замку, «Pinzel. AR», VR-розробки Pixelated Realities та AERO 3D, «Автентична Україна: нематеріальна культурна спадщина», «Тустань_віртуальна», «Цифрові музейні колекції Київської фортеці». Згадано про унікальну діджитал-платформу «Український національний інтелект»,

покликану надати доступ до оцифрованої культурної спадщини України. Зроблено висновок, що аналіз наявних проєктів з оцифрування об'єктів культурної спадщини наполегливо вимагає розробки стратегії побудови майбутньої цифрової колекції, яка має враховувати планування процесу оцифрування; узгодження юридичних питань; дотримання загальноприйнятих стандартів і принципів управління; підтримку доступу та збереження створеного цифрового ресурсу.

Ключові слова: 3D-технології; віртуалізація; доповнена реальність; VR-реконструкція об'єктів історико-культурної спадщини.

Вступ. Застосування 3D-технологій у напрямі моделювання тривимірних технологій пов'язане зі створенням у 90-х роках ХХ ст. спеціалізованого програмного забезпечення. Йдеться, зокрема, про технологію 3D-engine (3D-движок), яка до теперішнього часу є однією з найбільш перспективних у сфері тривимірної графіки. Ця технологія наділяє інтерактивністю заздалегідь створений тривимірний простір, даючи змогу зробити по ньому віртуальну прогулянку, взаємодіяти з предметами, персонажами та ін. У цей період з'являються віртуальні історичні реконструкції храму Св. Петра в Йорданії, Ватиканського палацу епохи Відродження, японського буддистського храмового комплексу Сазаедо та ін. Загалом на той час у Європі було реалізовано низку великих проєктів у сфері збереження історико-культурної спадщини із застосуванням технологій тривимірного моделювання. Сьогодні застосування програм тривимірного проектування і моделювання являє собою невід'ємну частину збереження культурної спадщини в Європі.

В Україні, незважаючи на загальний розвиток ІТ-сфери та сильні креативні ідеї, діалог між культурою і технологіями лише починається. Головною проблемою оцифрування об'єктів історико-культурної спадщини в нашій країні є відсутність науково обґрунтованих розробок щодо укладання правил і стандартів створення цифрового ресурсу з метою забезпечення доступності, активного й ефективного його використання, сумісності й обміну даними на локальному і міжнародному рівнях, збереження створеного ресурсу та його актуалізація. Ще донедавна музеї в Україні послуговувалися нормативною базою середини 80-х років ХХ ст., зорієнтованою виключно на паперові способи мислення та обробки інформації. Як наслідок – сьогодні понад 95 % інформації в музеях зберігається на аналогових носіях (Костовська, 2017), ба більше, до цього часу відсутній перелік предметів культурної спадщини, що підлягають оцифруванню.

Аналіз наявних стратегічних документів щодо історико-культурної спадщини в Україні дає цілком обґрунтовані підстави констатувати, що українська держава, з одного боку, проголошує необхідність охорони культурної спадщини, проте з другого – держава в особі державних органів, органів місцевого самоврядування в багатьох випадках відіграє негативну роль у цьому процесі, оскільки за їх бездіяльності культурна спадщина не просто не отримує необхідного захисту, а відбувається нищення її об'єктів. За таких умов у суспільстві, де на перший план виходять економічні, а не культурні проблеми, превалює прагнення отримати матеріальну вигоду, незважаючи на загрозу знищення об'єктів, які мають бути сакральними для кожного народу. Така відверта неповага до культурної спадщи-

ни, безперечно, становить внутрішню неабияку загрозу національним інтересам, особливо якщо взяти до уваги, що Україна щороку втрачає більш ніж 100 об'єктів культурної спадщини (Олійник, 2014). Лише за останні роки влада країни почала звертати увагу на культурну спадщину як один з пріоритетів у культурній політиці (Указ Президента України, 2020).

У цьому контексті одним з перспективних шляхів збереження історико-культурної спадщини постає віртуалізація останньої, що дає змогу створювати необмежені певними часовими межами сховища знань, забезпечуючи збереження, примноження та популяризацію історико-культурної спадщини.

Результати дослідження. Проблематика оцифровування об'єктів культурної спадщини перебуває в полі зору українських дослідників, таких як Т. Сидорчук, І. Лобузін, Л. Приходько та ін. Проте у цих публікаціях автори не розглядають конкретні проекти VR-реконструкції об'єктів історико-культурної спадщини. Це актуалізує потребу аналізу відповідних ініціатив, що й становить **мету цієї статті** – проаналізувати наявні в Україні проекти віртуалізації об'єктів історико-культурної спадщини.

У сфері забезпечення збереження та управління історико-культурною спадщиною можливості інформаційно-комунікаційних технологій доволі широкі: від створення інформаційних систем, використання різноманітних систем безпеки в збереженні культурної спадщини, контролю і моніторингу стану пам'яток архітектури й інших культурних цінностей, створення та ведення реєстру культурних цінностей, web-технології до застосування технологій візуалізації і технологій віртуальної реальності, використовуваних з метою відтворення втрачених чи пошкоджених об'єктів культурної спадщини, тощо. Зокрема, хмарні технології можуть популяризувати національну культурну спадщину: оцифровані книги, картини, орнаменти, старі кіноплівки й іншу інформацію можна розмістити на віддаленому сервері та зробити доступною для будь-якої людини у світі. Це підвищить туристичну привабливість країни, а держава збереже культурні надбання. У цьому могла б бути зацікавлена не тільки держава, а й креативний бізнес, адже такий контент можна творчо використовувати.

Створення віртуальних турів об'єктами культурної спадщини – один з найбільш перспективних напрямів застосування ІТ-досягнень. Сьогодні такий формат уже є невід'ємною частиною контенту численних музеїв, театрів, готелів і розважальних комплексів у світі. В Україні віртуальні тури мають неабияку популярність, привертаючи увагу не тільки до історії та природного середовища країни, а й до конкретних об'єктів культурної спадщини. Такими є віртуальні тури: «Музеї України просто неба» (<https://museums.authenticukraine.com.ua/ua/>), «Карпати в 3D» (<https://xn--3-7sbar0a5ags5f.com/uk/primenenie.html>), 3D-тур Острозьким замком (<http://incognita.day.kyiv.ua/exposition>) та інші подібні проекти. Незважаючи на застаріле законодавство, відсутність стратегічного планування, обмежене фінансування та інші проблеми в секторі культурної спадщини в Україні, усе ж у напрямі застосування інформаційно-комунікаційних технологій для збереження об'єктів культурної спадщини набуто певний досвід.

Так, нещодавно стартував проєкт «Кишенькова країна», виконавцем якого є львівська компанія «SKEIRON» – одна з небагатьох в Україні, що поставила перед собою амбітні цілі: моніторинг стану збереженості архітектурно-культурної спадщини України; привернення уваги до проблем зі збереження архітектурно-культурної спадщини України; оцифрування пам'яток архітектури з метою проведення якісніших ремонтно-реставраційних робіт; популяризація нових методів роботи з архітектурною спадщиною; створення сучасного (віртуального) архіву 3D-моделей пам'яток України для подальшого використання архітекторами, скульпторами та реставраторами з метою відновлення первісного стану об'єктів (SKEIRON, 2019).

Проєкт львівської компанії «SKEIRON» «Кишенькова країна» («Кишенькова країна», 2020) передбачає охопити всі 24 регіони та АР Крим нашої країни зі Сходу на Захід і з Півночі на Південь й оцифрувати 40 об'єктів архітектурної спадщини. Крим та Донбас – це Україна, тому аби створити цілісну інтерактивну карту знакових пам'яток України, за допомогою фото та відео з мережі планують розробити й модель Ластівчиного гнізда (Ялта) та Донецького аеропорту. Усі оцифровані об'єкти будуть доступні у форматі 3D-моделей і доповненої реальності на iOS та Android у безкоштовному застосунку Pocket City AR з аудіогідом українською та англійською мовами. Pocket City AR – аплікація для прихильників інтелектуального й інтерактивного туризму та несподіваних відкриттів культурної спадщини, саме тут будуть зібрані оцифровані об'єкти й інформація про їх унікальність. Охочі зможуть віртуально прогулятися туристичними візитівками та знаковими місцями областей України у форматі доповненої реальності. Pocket City AR буде створено виключно для промоції пам'яток архітектури як туристичних об'єктів на національному рівні. 3D-сканування дасть змогу зафіксувати теперішній стан пам'яток, а використання AR-технологій – розробити сувенірну продукцію, щоб популяризувати українську архітектурну спадщину в межах країни і за кордоном. Охочі зможуть віртуально «прогулятися» туристичними візитівками та знаковими місцями областей України у форматі доповненої реальності («Кишенькова країна», 2020).

Один із закінчених і доступних для перегляду об'єктів – Державний історико-культурний заповідник «Трахтемирів» (Канів, Черкаська обл.). Уперше в Україні для вивчення історико-культурної спадщини та збереження археологічних пам'яток на Черкащині масштабно застосовано технологію лазерного сканування Землі. Мета проєкту «Трахтемирів-Digital» – створення 3D-моделі ландшафту Трахтемирівського півострова із фіксацією відомих і виявлених пам'яток археології та природи, створення наукового опису та каталогу всіх виявлених пам'яток, поширення для спеціалістів методики знімання ландшафту та розробки 3D-моделі археологічних об'єктів (<https://api.visicom.ua/uk/posts/poctkercitymap230720>). Для роботи над проєктом використано технологію LIDAR (Light Identification Detection and Ranging – отримання інформації про віддалені об'єкти завдяки активним лазерним оптичним системам), яка є однією з найновіших у світі цифрових технологій для вивчення археологічної спадщини, приклади її застосування поки що одиничні, але переважно мають сенсаційні результати (<https://api.visicom.ua/uk/posts/poctkercitymap230720>). Також проєкт уможливить глибше та детальніше

вивчити стан, розташування, обсяг пам'яток різних епох, навіть віднайти невідомі об'єкти (старовинні шляхи, кургани, залишки поселень), відтак дасть змогу краще зрозуміти перебіг історичних і культурних процесів на території Трахтемирівського півострова в загальноукраїнському та загальноєвропейському контексті.

На Закарпатті розробляють перший в Україні цифровий інфраструктурний туристичний сервіс «Замки 360: Закарпаття» (<https://cultpz.org/otsyfruvannya-kulturnoyi-spadshhyny/>). Авторами ідеї є засновники й організатори першого культурно-технологічного фестивалю «DRONEVAR» (Ужгород, 2017 р.) ТМ «Креативні індустрії території» та ГО «Культурна платформа Закарпаття». Ідея проекту – перенести замки Закарпаття в цифровий світ 4.0 і відкрити доступ до культурно-історичної спадщини «Срібної Землі» усьому світові, за допомогою імерсивних технологій у новому форматі розповісти історію регіону, інтегрувати Закарпаття в туристичну мапу сучасності. Для цього організатори планують розробити кросмедійну платформу для систем IOS та Android, що стане інтерактивною мапою закарпатських цікавинок, відновить і доповнить місцеві культурні об'єкти, а також модернізує їх представлення для майбутніх поколінь. Використовувані технології: Dronetech, VR, AR, Live video, Compositing (створення цілісного зображення через поєднання двох і більше шарів відзнятого на кіно- чи відеоплівку матеріалу, а також створених комп'ютерних об'єктів та анімації; широко застосовується в сучасній комп'ютерній технології створення візуальних ефектів у кіно, на телевізійному виробництві, у рекламі, коли необхідно ідеально симулювати реальну дійсність або художній ефект), 3D animations, Interactivity, Photogrammetry, Equirectangular, 360°projection, 3D sound (<https://cultpz.org/otsyfruvannya-kulturnoyi-spadshhyny/>).

На сьогодні вже створено тривимірну конструкцію Середнянського замку, точніше донжону (або башти останньої оборони), єдиної в Україні фортеці Ордену Тамплієрів, у селі Середньому Ужгородського району Закарпатської області (У мережі з'явилась 3D-реконструкція, 2016). Зараз на території цього замку залишилися лише руїни цієї фортеці, тому дизайнери і відтворили вид середньовічного дива архітектури: перший камінь замку був закладений у 1146 році на кошти Фруа де Барманьє, капелана Закарпаття у XII ст., а прообразом слугували давньоримські прикордонні сторожові вежі на Рейні та Дунаї.

Крім тривимірної конструкції Середнянського замку планують створити й інтерактивний аудіо-AR-тур територією об'єкта; VR-тур, доступний у будь-якій точці світу за наявності інтернету та VR-гарнітури; VR-AR уроки для школярів; а також 3D-реконструкцію історичних просторів. Це масштабний проєкт, матеріали якого будуть доступні українською, англійською, угорською, словацькою, чеською та польською мовами. VR-матеріали будуть демонструвати історико-географічні факти епох і діячів, а також артефакти, що мали безпосереднє відношення до об'єктів культурної спадщини. Шкільні VR-AR матеріали будуть керуватися безпосередньо вчителем, який під час тематичного заняття зможе керувати всіма окулярами учнів з пристрою вчителя. Наразі на основі комплексних Dronetech-рішень з методик сканування архітектурних об'єктів вже створено software-рішення для виготовлення збірних моделей замків на 3D-принтері. Кінцевою метою прототипування є створення іграшок-пазлів та ігрових конструкторів для освіт-

ньо-розвивальної складової публічного представлення об'єктів культурної спадщини України всередині країни та за її межами (<https://cultpz.org/otsyfruvannya-kulturnoyi-spadshhyny/>).

Віртуальні тури Одесою, а також додатки доповненої реальності для смартфонів і комп'ютерів створює команда Pixelated Realities, демонструючи таким чином як за допомогою сучасних технологій зберегти і надалі працювати з пам'ятками культурної спадщини міста. Відскановані об'єкти: площа Дюка, статуї засновників і видатних діячів Одеси, дача Докса і Пасаж (Рудий, 2019). Крім віртуальних турів, Pixelated Realities створює й базу даних оцифрованих пам'яток – це їх проєкт ARCH F6, реалізація якого дасть змогу контролювати і значно підвищити якість реставрації та реконструкції історичних будівель у місті. У проєкті є Google карта, на яку можна нанести позначку з об'єктом, який потрібно оцифрувати, відтак кожен небайдужий може долучитися до збереження культурної спадщини свого міста. Pixelated Realities також працюють над створенням інтерактивного оцифрованого музею на Поштовій площі в Києві – на місці розташування старовинних дерев'яних будинків і фортець давнього міста. Команда оцифровує всі археологічні знахідки на території та розробляє VR-тур, який можна буде завантажити в Google Play. Список оцифрованих об'єктів постійно оновлюється в Одесі та інших містах України (Рудий, 2019).

Мистецька рада «Діалог» спільно із Львівською галереєю мистецтв реалізує проєкт «Pinzel.AR» (Рудий, 2019), що передбачає створення тривимірних високоточних моделей скульптур барокового скульптора Йогана Георгія Пінзеля, які перебувають в Україні та за кордоном, розробляє сайт і додатки для смартфонів. Проєкт популяризує нові підходи до неформальної освіти з використанням сучасних технологій 3D-моделювання та доповненої реальності. Задум полягає в тому, щоб з додатком доповненої реальності осмислити спадщину Пінзеля, переглядаючи 3D-моделі робіт скульптора в різних режимах та отримуючи інформацію про окремі скульптури та їхні особливості. Саме Львівський музей сакральної барокової скульптури у Львові першим представив свою колекцію в цифровому форматі в Україні (Рудий, 2019).

Організація AERO 3D лише за кілька років встигла оцифрувати об'єкти музеїв, пам'яток архітектури, територій. За допомогою технології Matterport (технологія для створення інтерактивної 3D-моделі приміщення) команда оцифрувала та створила віртуальний 3D-тур Муніципальним музеєм ім. О. В. Блещунова в Одесі. Сама технологія створення віртуальних турів дає змогу зручно переглядати віртуальний тур з телефону за допомогою додатку. Проєкти AERO 3D: віртуальний тур Національним музеєм «Меморіал жертв Голодомору», оцифровані пам'ятники Києва, зокрема Монумент Незалежності, який увійшов до 10 найкращих оцифрованих моделей культурної спадщини за версією Sketchfab (платформа для публікацій, поширення, продажу й купівлі 3D-, VR- і AR-контенту) (Рудий, 2019).

У березні минулого року презентовано спільний проєкт Мінкультури і компанії «Google Україна» – «Автентична Україна: нематеріальна культурна спадщина» (<https://authenticukraine.com.ua>). Протягом попередніх двох років у межах кампанії «Автентична Україна» Міністерство культури України та компанія «Google Україна» працювали над створенням унікальних вебресурсів, що ознайомлюють

користувачів з культурною спадщиною різних регіонів України. За цей час оцифровано 8 видатних пам'яток карпатського регіону: дерев'яні церкви, що є у списку світової спадщини ЮНЕСКО, 7 музеїв просто неба й оперні театри України. Ресурс передбачає висвітлення напрямів та елементів, в яких проявляється нематеріальна культурна спадщина: усні традиції та форми вираження; виконавське мистецтво; звичаї, обряди, святкування; знання та практики, що стосуються природи і всесвіту; традиційні ремесла. Ресурс містить короткий опис кожного напрямку, в якому проявляється нематеріальна культурна спадщина, інформацію про елементи, включені до Національного переліку елементів нематеріальної культурної спадщини України, невеличкий тест на засвоєння матеріалу та список додаткової літератури (<https://authenticukraine.com.ua>).

За допомогою засобів новітніх інформаційних і геодезичних технологій Державний історико-культурний заповідник «Тустань» розпочав реалізацію проекту «Тустань_віртуальна» (https://old.tustan.ua/tustan_3d/). Тустань – це середньовічна наскельна фортеця-град і митниця IX–XVI століть, давньоруський наскельний оборонний комплекс, залишки якого розташовані в Українських Карпатах. Це визначна пам'ятка археології національного значення. Проект «Тустань_віртуальна» започаткований насамперед як дослідницький інструмент для вивчення унікального виду середньовічного дерев'яного будівництва та його графічної реконструкції. Сьогодні віртуальна та доповнена реальності визначені основними засобами неруйнівної візуалізації втраченої архітектури Тустані. Крім цього, 3D-модель скель і фортеці є основою для планування протиаварійних, консерваційно-реставраційних робіт, музеєфікації пам'ятки. «Тустань_віртуальна» також стане інформаційною платформою для інтелектуального управління пам'яткою реальною (https://old.tustan.ua/tustan_3d/).

Отож, в Україні реалізовано чимало проектів з оцифрування культурної спадщини. Частина з них профінансована Українським культурним фондом, зокрема й проект «Цифрові музейні колекції Київської фортеці» – масштабна розробка комплексного модульного програмно-технологічного рішення з ведення електронного обліку та керування оцифрованими колекціями в Національному історико-архітектурному музеї «Київська фортеця», а також створення вебресурсу, на якому доступні 3D-тури та 3D-моделі експозицій музею – понад 13 тис. оцифрованих музейних предметів (<https://my.matterport.com/show/?m=nBY4tFp9GuG>). Проект спрямований на впровадження і розвиток у музеї сучасних інформаційних технологій і диджиталізації: ведення електронного обліку у фондах, оцифрування та формування цифрових колекцій з музейних фондів з представленням їх користувачам через вебресурс музею. Створюватимуть також технологічні та методичні засади подальшого експорту відомостей про музейні фонди до єдиного електронного інформаційного ресурсу при Міністерстві культури України та інтегрування цифрових колекцій до національних і глобальних вебресурсів, зокрема до крос-європейського вебресурсу оцифрованої спадщини «EUROPEANA». Проект реалізуватиметься на 1000 музейних предметах, використовуючи наявне програмне забезпечення «Системи керування цифровими колекціями DC-Visu». Результатом такого масштабного проекту стали програмно-технологічні рішення

з ведення електронного обліку та керування оцифрованими колекціями в музеї, зокрема цифрові колекції Київської фортеці, 3D-тур і 3D-моделі та відео 3600, система керування та обліку (<http://dig-content.com.ua>).

Проєкт «Фортеця без бар'єрів» реалізовано в експозиціях просто неба на території музею та в будівлі «Косого капоніра», а також частково на онлайн-ресурсі інституції. Експозиції та артефакти з колекції музею адаптовано для сприйняття людьми з порушеннями зору, створено 3D-моделі для тактильного сприйняття, адаптовано екскурсію і видано шрифтом Брайля путівники територією та експозицією Київської фортеці. Для апробації отриманих результатів екскурсію провів екскурсовод з вадами зору (Фортеця без бар'єрів, 2019).

В Україні розроблено й спеціальну програму «Музейні фонди України», що правда поки що на 10 користувачів. «Музейні фонди України» – конфігурація, створена на платформі UA-Бюджет. Її призначення – облік музейних предметів в українських музеях, що охоплює реєстрацію, прийом на тимчасове/постійне зберігання, розподіл по фондах, передання музейних предметів на виставки, реставрацію, класифікацію предметів за всіма правилами музейної справи, отримання різноманітної регламентної та аналітичної звітності (Програма «Музейні фонди України», 2020).

Розглянуті проєкти – лише початок представлення української історико-культурної спадщини в сучасному всесвіті цифрового формату. Наразі свідоме українство планує запустити проєкт з відкриття потенціалу української культури та науки за посередництва інноваційної платформи-маркетплейсу «Український національний інтелект», на базі якого збираються реалізувати принцип «Культура в смартфоні» (Skakun, 2019). Це головне завдання новоствореного Офісу культурних інновацій – використовуючи унікальну диджитал-платформу «Український національний інтелект», посприяти тому, аби за допомогою цифрових технологій українська культура, українське мистецтво стали доступними і відкритими власне Україні та світу. Засновники платформи переконані, що унікальні українські артефакти мають стати частиною світового культурного простору та слугувати потужним підґрунтям для української та світової науки. Першим кроком буде повне оцифрування культурної спадщини – визначних творів українських митців, що зберігаються в музеях, архівах і різних науково-освітніх інституціях. У планах Офісу вже найближчим часом запустити пілотний проєкт приєднання перших ключових українських музеїв до цифрової платформи. 2020 рік мав стати роком тотального оцифрування українського мистецтва, однак через пандемію Covid-19 ці плани поки що не реалізовані (Skakun, 2019).

Висновки. Аналіз наявних проєктів з оцифрування об'єктів культурної спадщини наполегливо вимагає розробки стратегії побудови майбутньої цифрової колекції, що має враховувати такі аспекти:

– планування процесу оцифрування: визначення мети проєкту, цільової аудиторії та правил відбору об'єктів для оцифрування; оцінювання наявних активів для реалізації проєкту (напр., стану збереженості об'єкта й інших характеристик); визначення необхідних ресурсів для реалізації проєкту (необхідні технології, фахівці тощо); планування роботи відповідно до наявних ресурсів;

- узгодження юридичних питань: визначення правил доступу до ресурсів відповідно до чинного українського та міжнародного законодавства;
 - дотримання загальноприйнятих стандартів і принципів управління: визначення стандартів метаданих для об'єктів культурної спадщини; визначення форматів зберігання зображень; організація системи опису об'єктів культурної спадщини, обліку й управління цифровим ресурсом; обрання архітектури системи та способу інтеграції ресурсів;
 - підтримка доступу та збереження створеного цифрового ресурсу.
- Моделлю для розробки відповідної стратегії в Україні може стати європейська модель розробки, просування та реалізації стратегій оцифрування, доступу і зберігання цифрової спадщини. Варто також звертати увагу на необхідність забезпечення поширення інформації в інтернеті для широкої аудиторії.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

- Автентична Україна. *Міністерство культури та інформаційної політики України*. [online] Доступно: <<https://authenticukraine.com.ua/>> [Дата звернення 05 вересня 2020].
- В Україні стартує проєкт «Кишенькова країна» – це наймасштабніше 3D-оцифрування об'єктів матеріальної культурної та архітектурної спадщини України за підтримки УКФ. *Візіком*. [online] Доступно: <<https://api.visicom.ua/uk/posts/poctkercitymap230720>> [Дата звернення 05 вересня 2020].
- Віртуальне відвідування експозицій Київської фортеці*. [online] Доступно: <<https://my.matterport.com/show/?m=nBY4tFp9GuG>> [Дата звернення 05 вересня 2020].
- Кабінет Міністрів України, 2020. Про затвердження Програми діяльності Кабінету Міністрів України. Постанова від 12 червня 2020 р. № 471. Київ. *Урядовий портал*. [online] Доступно: <<https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-zatverdzhennya-programi-diyalnosti-kabinetu-ministriv-t120620>> [Дата звернення 05 вересня 2020].
- Карпати в 3D*. [online] Доступно: <<https://xn--3-7sbar0a5ags5f.com/uk/primenenie.html>> [Дата звернення 05 вересня 2020].
- «Кишенькова країна» – експедиція з 3D-оцифрування культурної спадщини України, 2020. *CreativityUA*. [online] 29 Липня. Доступно: <<https://creativity.ua/life-and-culture/kyshenkova-kraina-ekspedytsiia-z-otsyfruvannia-kulturnoi-spadshchyny-ukrainy/>> [Дата звернення 05 вересня 2020].
- Костовська, А., 2017. Захмарні технології: шість IT-інструментів для розвитку культури. *Platforma*. [online] Доступно: <<https://culturepartnership.platfor.ma/zahmarnitehnologii/>> [Дата звернення 05 вересня 2020].
- Музеї онлайн – Україна Incognita. *Музеї онлайн*. [online] Доступно: <<http://incognita.day.kyiv.ua/exposition>> [Дата звернення 05 вересня 2020].
- Музеї України просто неба*. [online] Доступно: <<https://museums.authenticukraine.com.ua/ua>> [Дата звернення 05 вересня 2020].
- Олійник, О., 2014. Соціальна програма збереження культурної спадщини України. *ЛІГА. Блоги*. [online] 03 липня. Доступно: <<https://blog.liga.net/user/ooliynyk/article/15000>> [Дата звернення 05 вересня 2020].

Оцифрування культурної спадщини. *Культурна Платформа Закарпаття*. [online] Доступно: <<https://cultpz.org/otsyfruvannya-kulturnoyi-spadshhnyu/>> [Дата звернення 05 вересня 2020].

Програма «Музейні фонди України» на 10 користувачів, 2020. *Інтегра*. [online] Доступно: <<https://soft.integra.ua/uk/product/programma-muzejni-fondy-ukrajiny-na-10-korystuvachiv/>> [Дата звернення 05 вересня 2020].

Рудий, В., 2019. Як ІТ допомагають зберігати та відновлювати архітектурні пам'ятки. *Together EU4Civil Society. Європейський Простір*. [online] 19 квітня. Доступно: <<https://eurprostir.org.ua/stories/141806>> [Дата звернення 05 вересня 2020].

Тустань. *Місто-фортеця*. [online] Доступно: <https://old.tustan.ua/tustan_3d/> [Дата звернення 05 вересня 2020].

У мережі з'явилась 3D-реконструкція Середнянського замку, 2016. *Panorama Media Group*. [online] Доступно: <<https://pmg.ua/life/51936-u-merezhi-z-yavylas-3d-rekonstrukciya-serednyanskogo-zamku>> [Дата звернення 05 вересня 2020].

Указ Президента України >[Дата звернення 05 вересня 2020]. №329/2020, 2020. «Про заходи щодо підтримки сфери культури, охорони культурної спадщини, розвитку креативних індустрій та туризму». *Президент України Офіційне інтернет-представництво*. [online] 18 серпня 2020 року. Доступно: <<https://www.president.gov.ua/documents/3292020-34717>> [Дата звернення 05 вересня 2020].

Фортеця без бар'єрів, 2019. *Український культурний фонд*. [online] Доступно: <<https://ucf.in.ua/archive/5f08732ff299ad7a72663d73>> [Дата звернення 05 вересня 2020].

Цифрові музейні колекції Київської фортеці: впровадження електронного обліку і створення веб-ресурсу. *Оцифрована спадщина*. [online] Доступно: <<http://dig-content.com.ua/>> [Дата звернення 05 вересня 2020].

Skakun, I., 2019. В Україні почав працювати Офіс культурних інновацій. *Громадський Простір*. [online] 2 серпня. Доступно: <<https://www.prostir.ua/?news=v-ukrajini-pochav-pratsyuvaty-ofis-kulturnyh-innovatsij-2>> [Дата звернення 05 вересня 2020].

SKEIRON, 2019. [online] Доступно: <<https://skeiron.com.ua/>> [Дата звернення 05 вересня 2020].

REFERENCES

Avtentychna Ukraina [Authentic Ukraine]. *Ministerstvo kultury ta informatsiinoi polityky Ukrainy*. [online] Available at: <<https://authenticukraine.com.ua/>> [Accessed 05 September 2020].

Cabinet of Ministers of Ukraine, 2020. Pro zatverdzhennia Prohramy diialnosti Kabinetu Ministriv Ukrainy. [On approval of the Program of Activities of the Cabinet of Ministers of Ukraine]. Resolution of 12 June, 2020 № 471. *Uriadovyi portal*. [online] Available at: <<https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-zatverdzhennya-programi-diyalnosti-kabinetu-ministriv-t120620>> [Accessed 05 September 2020].

Decree of the President of Ukraine №329/2020, 2020. "Pro zakhody shchodo pidtrymky sfery kultury, okhorony kulturnoi spadshchyny, rozvytku kreatyvnykh industrii ta turyzmu" ["On measures to support the sphere of culture, protection of cultural heritage, development of creative industries and tourism."]. *Prezydent Ukrainy Ofitsiine internet-predstavnytstvo*.

[online] 18 August. Available at: <<https://www.president.gov.ua/documents/3292020-34717>> [Accessed 05 September 2020].

Fortetsia bez barieriv [Fortress without barriers], 2019. *Ukrainskyi kulturnyi fond*. [online] Available at: <<https://ucf.in.ua/archive/5f08732ff299ad7a72663d73>> [Accessed 05 September 2020].

Karpaty v 3D [Carpathians in 3D]. [online] Available at: <<https://xn--3-7sbar0a5ags5f.com/uk/primenenie.html>> [Accessed 05 September 2020].

Kostovska, A., 2017. Zakhmarni tekhnologii: shist IT-instrumentiv dlia rozvytku kultury [Cloud technologies: six IT tools for cultural development]. *Platforma*. [online] Available at: <<https://culturepartnership.platfor.ma/zahmarnitekhnologii/>> [Accessed 05 September 2020].

"Kyshenkova kraina" – ekspedytsiia z 3D-otsyfruvannia kulturnoi spadshchyny Ukrainy ["Pocket Country" – expedition to 3D-digitize the cultural heritage of Ukraine], 2020. *CreativityUA*. [online] 29 July. Available at: <<https://creativity.ua/life-and-culture/kyshenkova-kraina-ekspedytsiia-z-otsyfruvannia-kulturnoi-spadshchyny-ukrainy/>> [Accessed 05 September 2020].

Muzei onlain – Ukraina Incognita [Museums online – Ukraine Incognita]. *Muzei onlain*. [online] Available at: <<http://incognita.day.kyiv.ua/exposition>> [Accessed 05 September 2020].

Muzei Ukrainy prosto neba [Open-air museums of Ukraine]. [online] Available at: <<https://museums.authenticukraine.com.ua/ua>> [Accessed 05 September 2020].

Oliinyk, O., 2014. Sotsialna prohrama zberzhennia kulturnoi spadshchyny Ukrainy [Social program for the preservation of cultural heritage of Ukraine]. *LIHA.Blohy*. [online] 03 lypen. Available at: <<https://blog.liga.net/user/ooliynyk/article/15000>> [Accessed 05 September 2020].

Otsyfruvannia kulturnoi spadshchyny [Digitization of cultural heritage. Cultural Platform of Transcarpathia]. *Kulturna Platforma Zakarpattia*. [online] Available at: <<https://cultpz.org/otsyfruvannya-kulturnoyi-spadshchyny/>> [Accessed 05 September 2020].

Prohrama "Muzeini fondy Ukrainy" na 10 korystuvachiv [Program "Museum Funds of Ukraine" for 10 users], 2020. *Intehra*. [online] Available at: <<https://soft.integra.ua/uk/product/prohrama-muzejni-fondy-ukrajiny-na-10-korystuvachiv/>> [Accessed 05 September 2020].

Rudyi, V., 2019. Yak IT dopomahaiut zberihaty ta vidnovliuvaty arkhitekturni pamiatky [How IT helps to preserve and restore architectural monuments]. *Together EU4Civil Society. Yevropeiskyi Prostir*. [online] 19 April. Available at: <<https://euprostir.org.ua/stories/141806>> [Accessed 05 September 2020].

Skakun, I., 2019. V Ukraini pochav pratsiuvaty Ofis kulturnykh innovatsii [The Office of Cultural Innovations has started working in Ukraine]. *Hromadskyi Prostir*. [online] 2 August. Available at: <<https://www.prostir.ua/?news=v-ukrajini-pochav-pratsyuvaty-ofis-kulturnykh-innovatsij-2>> [Accessed 05 September 2020].

SKEIRON, 2019. [online] Available at: <<https://skeiron.com.ua/>> [Accessed 05 September 2020].

Tsyfrovii muzeini kolektsii Kyivskoi fortetsi: vprovadzhennia elektronnoho obliku i stvorennia veb-resursu [Digital museum collections of the Kiev fortress: introduction of electronic accounting and creation of a web resource]. *Otsyfrovana spadshchyna*. [online] Available at: <<http://dig-content.com.ua/>> [Accessed 05 September 2020].

Tustan. Misto-fortetsia [Tustan. Fortress City]. [online] Available at: <https://old.tustan.ua/tustan_3d/> [Accessed 05 September 2020].

U merezhi z'avylyas 3D-rekonstruktsiia Serednyanskoho zamku [A 3D reconstruction of Serednyansky Castle has appeared online], 2016. *Panorama Media Group*. [online] Available at: <<https://pmg.ua/life/51936-u-merezhi-z-yavylas-3d-rekonstrukciya-serednyanskogo-zamku>> [Accessed 05 September 2020]

V Ukraini startuiet projekt "Kyshenkova kraina" – tse naimashtabnishe 3D-otsyfruvannia obektiv materialnoi kulturnoi ta arkhitekturnoi spadshchyny Ukrainy za pidtrymky UKF [The Pocket Country

project is launched in Ukraine – it is the largest 3D-digitization of objects of material cultural and architectural heritage of Ukraine with the support of the UKF]. *Vizikom*. [online] Available at: <<https://api.visicom.ua/uk/posts/poctkercitymap230720>> [Accessed 05 September 2020].

Virtualne vidviduvannia ekspozitsii Kyivskoi fortetsi [Virtual visit to the expositions of the Kiev fortress]. [online] Available at: <<https://my.matterport.com/show/?m=nBY4tFp9GuG>> [Accessed 05 September 2020].

UDC 004.946:719:061.2(477)

Trach Yuliia,

PhD in Pedagogy,

Professor at the Computer Science Department,

Kyiv Natinal University of Culture and Arts,

Kyiv, Ukraine

0411@ukr.net

<https://orcid.org/0000-0003-2963-0500>

UKRAINIAN EXPERIENCE OF VR-RECONSTRUCTION OF HISTORICAL AND CULTURAL HERITAGE OBJECTS

The purpose of the article is to analyze the existing projects of virtualization of historical and cultural heritage objects in Ukraine.

The research methodology is based on the application of a system method, which is the basis for the study of phenomena related to virtualism.

The scientific novelty is that for the first time the article analyzes the Ukrainian experience of VR-reconstruction of historical and cultural heritage sites.

Conclusions. The attention is drawn to the lack of a list of cultural heritage items to be digitized in Ukraine, as well as standards for creating a digital resource to ensure accessibility, active and efficient use, compatibility and data exchange at the local and international levels, preservation of the created resource and its updating. The emphasis is placed on the capabilities of IT in the field of preservation and management of historical and cultural heritage: from the creation of information systems, the use of various security systems in the preservation of cultural heritage, control and monitoring of architectural monuments and other cultural values, creation and maintenance of cultural values, web-technologies – to the use of visualization technologies and virtual reality technologies used to reproduce lost or damaged cultural heritage sites, etc. The essence and features of VR-projects “Pocket Country”, “Trakhtemyriv-Digital”, “Castles 360: Transcarpathia”, the project on the three-dimensional construction of the Serednie Castle, “Pinzel. AR”, VR-development Pixelated Realities and AERO 3D, “Authentic Ukraine: intangible cultural heritage”, “Tustan_virtual”, “Digital museum collections of the Kyiv fortress”. The mention is made of the unique digital platform “Ukrainian National Intelligence”, designed to provide access to the digitized cultural heritage of Ukraine. It is concluded that the analysis of existing projects for digitization of cultural heritage sites urgently requires the development of a strategy for building a future digital collection, which should take into account the planning of the digitization process; coordination of legal issues; compliance with generally accepted management standards and principles; support access and preservation of the created digital resource.

Keywords: 3D-technologies; virtualization; augmented reality; VR-reconstruction of historical and cultural heritage sites.

УДК 004.946:719:061.2(477)**Трач Юлія,***кандидат педагогических наук,**профессор кафедры компьютерных наук,**Киевский национальный университет культуры и искусств,**Киев, Украина*

0411@ukr.net

<https://orcid.org/0000-0003-2963-0500>

УКРАИНСКИЙ ОПЫТ VR-РЕКОНСТРУКЦИИ ОБЪЕКТОВ ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

Цель статьи – проанализировать существующие в Украине проекты виртуализации объектов историко-культурного наследия.

Методология исследования основывается на применении системного метода, являющегося основой для изучения явлений, связанных с виртуалистикой.

Научная новизна заключается в том, что в статье впервые проанализирован украинский опыт VR-реконструкции объектов историко-культурного наследия.

Выводы. Обращено внимание на отсутствие в Украине перечня предметов культурного наследия, подлежащих оцифровке, а также стандартов создания цифрового ресурса с целью обеспечения доступности, активного и эффективного его использования, совместности и обмена данными на локальном и международном уровнях, сохранение созданного ресурса и его актуализации. Отмечены возможности ИТ в сфере обеспечения сохранности и управления историко-культурным наследием: от создания информационных систем, использования различных систем безопасности в сохранении культурного наследия, контроля и мониторинга состояния памятников архитектуры и других культурных ценностей, создание и ведение реестра культурных ценностей, web-технологии к применению технологий визуализации и технологий виртуальной реальности, используемых с целью воссоздания утраченных или поврежденных объектов культурного наследия и т. д. Рассмотрены сущность и особенности реализации таких VR-проектов, как «Карманная страна», «Трахтемиров-Digital», «Замки 360: Закарпатье», проект по трехмерной реконструкции Среднянского замка, «Pinzel.AR», VR-разработки Pixelated Realities и AERO 3D, «Аутентичная Украина: нематериальное культурное наследие», «Тустань_виртуальная», «Цифровые музейные коллекции Киевской крепости». Упомянуто об уникальной диджитал-платформе «Украинский национальный интеллект», призванной предоставить доступ к оцифрованному культурному наследию Украины. Сделан вывод, что анализ имеющихся проектов по оцифровке объектов культурного наследия настойчиво требует разработки стратегии построения будущей цифровой коллекции, которая должна учитывать планирование процесса оцифровки; согласование юридических вопросов; соблюдение общепринятых стандартов и принципов управления; поддержку доступа и сохранения созданного цифрового ресурса.

Ключевые слова: 3D-технологии; виртуализация; дополненная реальность; VR-реконструкция объектов историко-культурного наследия.

04.11.2020



ЕЛЕКТРОННІ РЕСУРСИ ТА ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

ELECTRONIC RESOURCES AND INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES

ЭЛЕКТРОННЫЕ РЕСУРСЫ И ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 004.6:616-036.22

DOI: 10.31866/2617-796x.3.2.2020.220590

Булига Костянтин,

кандидат технічних наук, доцент кафедри комп'ютерних наук,

Київський національний університет культури і мистецтв,

Київ, Україна

piton54@ukr.net

<https://orcid.org/0000-0002-9537-3226>

Булига Олена,

старший викладач кафедри інформаційно-аналітичної

діяльності та інформаційної безпеки,

Національний транспортний університет,

Київ, Україна

hellen.bulyga@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-1612-6735>

ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ АНАЛІЗУ ЕПІДЕМІОЛОГІЧНОГО СТАНУ

Метою статті є пошук оптимальних методів побудови тренду з метою аналізу епідеміологічної ситуації в разі подальшого розвитку пандемії COVID-19. Докладно розглянуто завдання, які виникли зі зростом випадків інфікування восени 2020 року.

Методи дослідження: узагальнення методу найменших квадратів Гауса та методологія Facebook Prophet.

Новизною проведеного дослідження є порівняльний аналіз переваг і недоліків систем, що використовують для оперативної обробки статистичних даних, зокрема електронних таблиць MS Excel.

Висновки. Викладений у статті матеріал дає наочні приклади виконання статистичних розрахунків з використанням широко розповсюджених програмних продуктів. Розглянуто проблеми, що виникають у зв'язку з правдивістю статистичної інформації. Представлено приклади реальних розрахунків трендів епідеміологічної ситуації.

Ключові слова: пандемія COVID-19; інформаційна система; MS Excel; метод найменших квадратів; лінія тренду; статистичний аналіз.

Вступ. Захворювання на COVID-19, яке на початку 2020 року сприймали як рідкісну й екзотичну хворобу, перетворилося на пандемію світового масштабу. Зокрема, на сайті РНБО України (<https://covid19.rnbo.gov.ua/>) зображено масштаби епідеміологічної ситуації у світі та нашій державі. Для оцінки перспективи росту кількості випадків захворювання використовують різноманітні методи статистичного аналізу (Аналіз поточної ситуації та моделювання сценаріїв поширення захворювання COVID-19, 2020; Прогноз розвитку епідемії COVID-19 в Україні на 23 листопада – 7 грудня 2020 року («Прогноз РГ-29»)). Наприклад, у роботі (Прогноз розвитку епідемії COVID-19 в Україні на 23 листопада – 7 грудня 2020 року («Прогноз РГ-29»)) використано найсучаснішу модель Facebook Prophet, яка демонструє високу ефективність щодо моделювання часових рядів, що містять аномальні дати, різні види сезонності та лінійну чи нелінійну динаміку впливу різних складових моделі (Быстрый старт прогнозирования временных рядов на практическом примере с использованием FB Prophet, 2019).

Метод використовує модель часових рядів з трьома основними компонентами моделі: тренд, сезонність і свята. Вони об'єднані в такому рівнянні:

$$y(t) = g(t) + s(t) + h(t) + \epsilon t,$$

де:

$g(t)$ – кусково-лінійна або логістична крива зростання для моделювання неперіодичних змін у часових рядах;

$s(t)$ – періодичні зміни (наприклад, щотижнева/річна сезонність);

$h(t)$ – вплив свят (надається користувачем) з нерегулярними графіками;

ϵt – термін «похибка» враховує будь-які незвичайні зміни, що не враховуються моделлю.

Використовуючи час як регресор, Facebook Prophet намагається узгодити кілька лінійних і нелінійних функцій часу в ролі компонентів. Моделювання сезонності як адитивного компонента – це той же підхід, який використовують для експоненціального згладжування в техніці Холта-Вінтерса (Hyndman and Athanadoroulos, 2018). Facebook Prophet формулює проблему прогнозування не як залежність кожного спостереження в межах часового ряду, а як вправу з підгонки кривої. У дослідженні розроблено та застосовано алгоритм налаштування багатьох параметрів цієї моделі, який прогнозує дані на задану кількість днів вперед, але дані наявних спостережень за останні дні використовували для вибору найкращої моделі з налаштованих. Проведено дослідження для періоду прогнозування 14 днів. На жаль, прогнозовані результати не збігаються з уже відомими даними, які доступні на момент написання цієї роботи (таб. 1).

Вочевидь некерованість і непрогнозованість суспільно-політичної та економічної ситуації в Україні істотно впливають на результати статистичних досліджень. У такому разі доцільно використовувати класичні методи прогнозування, але на незначних часових відрізках. У цій роботі для побудови трендів використано класичний алгоритм методу найменших квадратів (МНК) (Hyndman and Athanadoroulos, 2018), реалізований у програмному продукті MS Excel (Булига, Булига та Волощук, 2018).

Результати дослідження. Розглянемо побудову лінії тренду щоденного зростання в Україні кількості захворювань на Covid-19 у листопаді 2020 року. Статистичні дані публікують на порталі (<https://covid19.rnbo.gov.ua/>). MS Excel дає змогу будувати тренди декількома способами: 1) за допомогою вбудованих функцій; 2) використовуючи апарат побудови діаграм; 3) використовуючи надбудову Solver, або російською мовою Поиск решения. На рис. 1 наведено діаграму побудови ліній тренду за даними з 1-го по 22-ге листопада трьох типів: лінійного, показникового та логарифмічного.

Таблиця 1

| Дата | Нижня межа довірчого інтервалу, кількість випадків | Прогнозоване значення, кількість випадків | Верхня межа довірчого інтервалу, кількість випадків | Реальне значення, кількість випадків | Похибка, % |
|------------|--|---|---|--------------------------------------|------------|
| 23.11.2020 | 10975 | 11229 | 11464 | 12287 | 9 % |
| 24.11.2020 | 13566 | 13799 | 14033 | 13882 | 1 % |
| 25.11.2020 | 14254 | 14501 | 14728 | 15331 | 5 % |
| 26.11.2020 | 14585 | 14827 | 15047 | 16218 | 9 % |
| 27.11.2020 | 15777 | 16008 | 16257 | 16294 | 2 % |
| 28.11.2020 | 16478 | 16723 | 16967 | 12978 | 29 % |
| 29.11.2020 | 13822 | 14073 | 14324 | 9946 | 41 % |
| 30.11.2020 | 12263 | 12523 | 12775 | 12498 | 0 % |
| 01.12.2020 | 15081 | 15346 | 15598 | 13141 | 17 % |
| 02.12.2020 | 16220 | 16495 | 16779 | 14496 | 14 % |
| 03.12.2020 | 16578 | 16879 | 17176 | 15131 | 12 % |
| 04.12.2020 | 17465 | 17768 | 18055 | 13285 | 34 % |
| 05.12.2020 | 18165 | 18483 | 18826 | 11590 | 59 % |
| 06.12.2020 | 15602 | 15906 | 16230 | 8641 | 84 % |

На основі цих трендів зроблено прогноз до 30-го листопада, порівняння результатів якого з новою статистикою наведено на рис. 2.

Обидві діаграми наочно демонструють, що показники суботи та неділі значно порушують загальну тенденцію зростання випадків захворювання. Відповідно до концепції Facebook Prophet можна відкинути статистику вихідних, тоді результати спостережень значно гладшають. Нові результати наведено на рис. 3.

З рисунка 3 видно, що лінійний тренд з достатньою точністю відображає тенденцію розвитку подій. Тому подальші дослідження виконувалися з лінійною функцією.

Числовий експеримент полягав у тому, що всім статистичним даним надано ваговий коефіцієнт 1, потім, змінюючи його, можна створити новий статистичний ряд з урахуванням можливих збурень у часі. Зокрема, враховуючи спадання кількості тестів на вихідні, змінювалися вагові коефіцієнти суботи і неділі, які

припадали на перші 22 дні листопада. Наявність статистики дала змогу оцінити можливості такого підходу. Результати порівняння наведено в таб. 2.

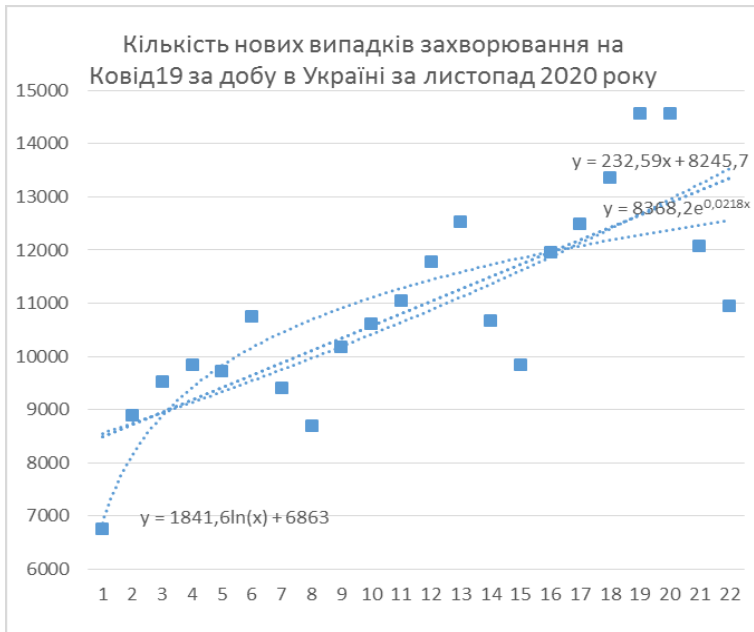


Рис. 1. Побудова ліній тренду на основі 22-х днів листопада

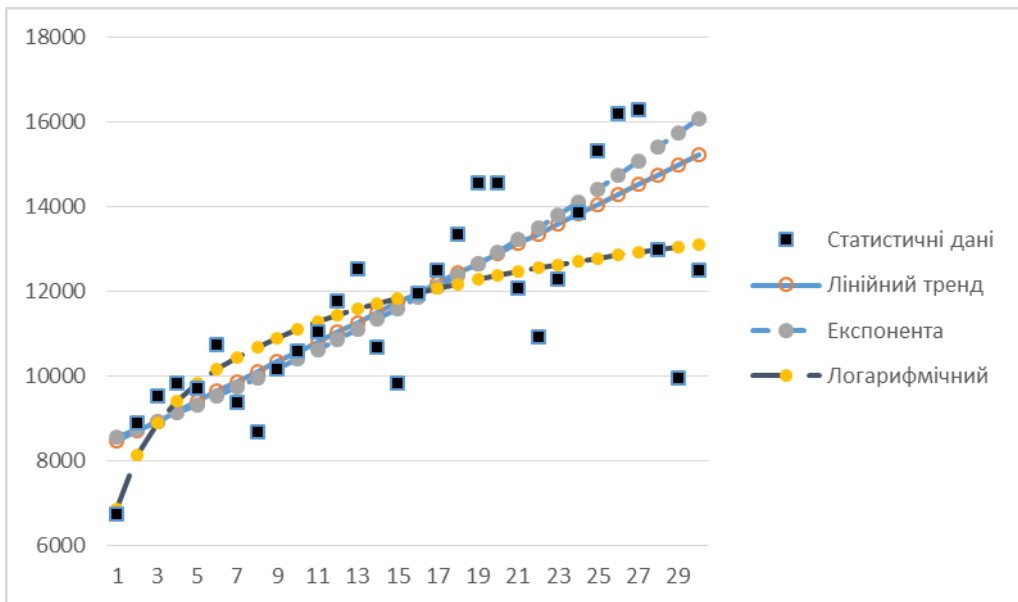


Рис. 2. Порівняння прогнозу з наявною статистикою

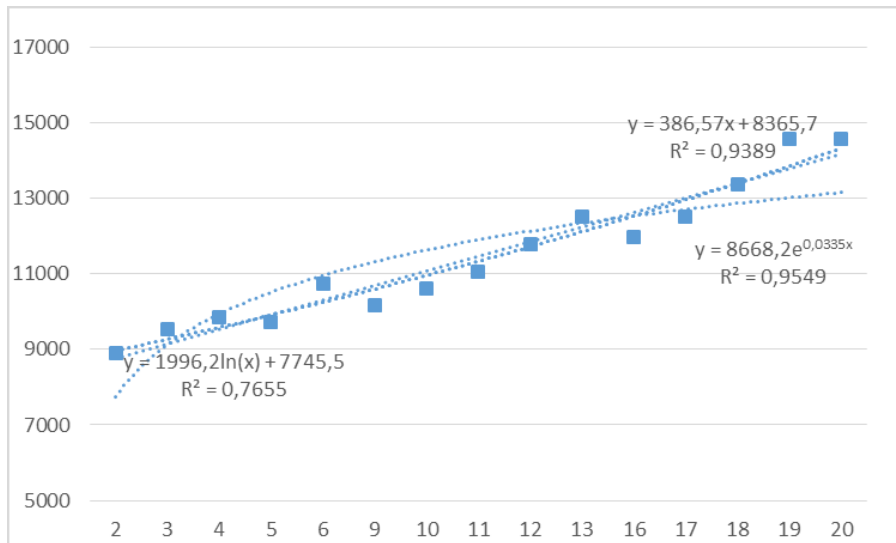


Рис. 3. Побудова ліній тренду на основі 22-х днів листопада (без вихідних)

Таблиця 2

| Ваговий множник | Дата, листопад | | | | | | | | Середня похибка |
|-----------------|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------------|
| | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | |
| | Похибка | | | | | | | | |
| 1,00 | 11% | 0% | 8% | 12% | 11% | 14% | 51% | 22% | 16,04% |
| 0,65 | 4% | 13% | 21% | 24% | 23% | 2% | 30% | 4% | 15,07% |
| 0,70 | 2% | 12% | 19% | 22% | 21% | 0% | 33% | 7% | 14,39% |
| 0,75 | 0% | 10% | 17% | 20% | 20% | 2% | 36% | 9% | 14,33% |
| 0,80 | 2% | 8% | 15% | 19% | 18% | 5% | 39% | 12% | 14,67% |
| 0,85 | 5% | 6% | 14% | 17% | 16% | 7% | 42% | 14% | 15,01% |
| 0,90 | 7% | 4% | 12% | 15% | 14% | 9% | 45% | 17% | 15,35% |
| 0,95 | 9% | 2% | 10% | 14% | 13% | 11% | 48% | 19% | 15,69% |
| 1,05 | 13% | 1% | 7% | 10% | 9% | 16% | 54% | 24% | 16,75% |

Найкращий результат з точки зору значення середньої похибки відповідає ваговому коефіцієнту 0,75. Зроблено прогноз на перші 6 днів грудня на основі запропонованої методики та проведено порівняння з наявними даними та результатами роботи (Прогноз розвитку епідемії COVID-19 в Україні на 23 листопада – 7 грудня 2020 року).

Висновки. Аналізуючи отримані дані, дійшли висновку, що аномальні результати вихідних днів листопада значно погіршують загальну статистику. З рис. 4 видно, що запропонований підхід дає найкращий рівень точності прогнозування, а з урахуванням трудомісткості та кількості виконавців має значну перевагу для оперативних розрахунків.

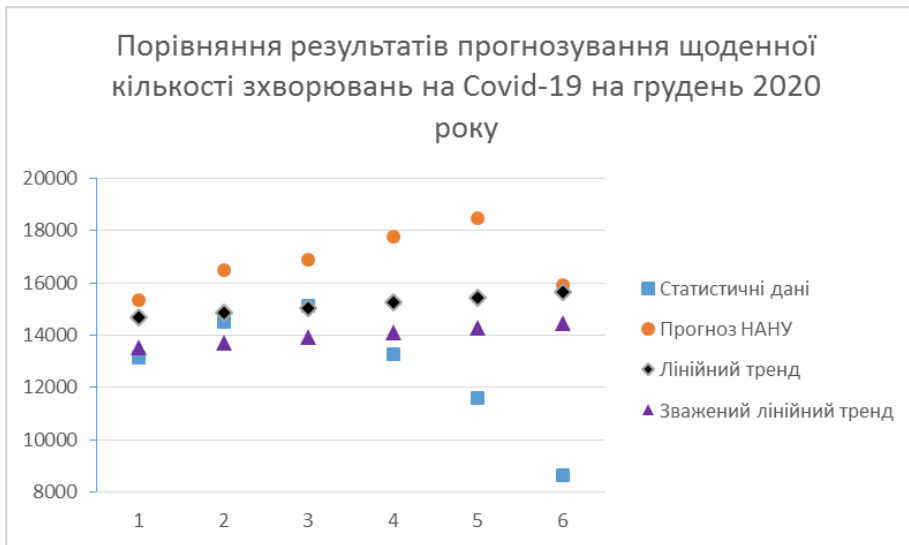


Рис. 4. Діаграма кількості нових випадків захворювання на період 1–6 грудня

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

Аналіз поточної ситуації та моделювання сценаріїв поширення захворювання COVID-19, 2020. *Міністерство охорони здоров'я України*, [online] 18 червня. Доступно: <<https://moz.gov.ua/article/news/analiz-potochnoi-situacii-ta-modeljuvannja-scenariiv-poshirennja-zahvojuvannja-covid-19>> [Дата звернення 30 листопада 2020].

Булига, К.Б., Булига, О.А. та Волощук, О.М., 2018. *Практикум з чисельних методів в інформатиці*. Київ: Київський національний університет культури і мистецтв.

Быстрый старт прогнозирования временных рядов на практическом примере с использованием FB Prophet, 2019. *Машинное обучение, нейронные сети, искусственный интеллект*. [online] Доступно: <<https://www.machinelearningmastery.ru/a-quick-start-of-time-series-forecasting-with-a-practical-example-using-fb-prophet-31c4447a2274>> [Дата обращения 10 ноября 2020].

Епідемічна ситуація щодо COVID-19 у регіонах України, 2020. *Центр громадського здоров'я Міністерства охорони здоров'я України*. [online] 9 листопада. Доступно: <<https://www.phc.org.ua/news/epidemichna-situaciya-schodo-covid-19-u-regionakh-ukraini>> [Дата звернення 30 листопада 2020].

Прогноз розвитку епідемії COVID-19 в Україні на 23 листопада – 7 грудня 2020 року («Прогноз РГ-29»), 2020. *Національна академія наук України*. [online] 23 листопада. Доступно: <<https://www.nas.gov.ua/UA/Messages/Pages/View.aspx?MessageID=7187>> [Дата звернення 30 листопада 2020].

Система моніторингу розширення епідемії коронавірусу, 2020. *Апарат Ради національної безпеки і оборони України*, [online] Доступно: <<https://covid19.rnbo.gov.ua/>> [Дата звернення 30 листопада 2020].

У світі понад 62 мільйони випадків COVID-19: карта, 2020. *ZN.UA*. [online] 29 листопада. Доступно: <https://zn.ua/ukr/WORLD/chislo-hvorih-na-koronavirus-u-sviti-dosyagaye-1-5-mln-ssha-yak-i-ranishe-v-liderah-karta-343909_html> [Дата звернення 30 листопада 2020]. Hyndman, R.J. and Athanasopoulos, G., 2018. 7.3 Holt-Winters' seasonal method. In: *Forecasting: Principles and Practice*. 2nd ed. [online] Melbourne: OTexts. Available at: <<https://otexts.com/fpp2/holt-winters.html>> [Accessed 5 October 2020].

REFERENCES

- Analiz potочноi sytuatsii ta modeliuvannya stsenariiv poshyrennia zakhvoriuvannya COVID-19 [Analysis of the current situation and modeling of scenarios for the spread of the disease COVID-19], 2020. *Ministry of health of Ukraine*, [online] 18 June. Available at: <<https://moz.gov.ua/article/news/analiz-potochnoi-situacii-ta-modeljuvannja-scenariiv-poshirennja-zahvorjuvannja-covid-19>> [Accessed 30 November 2020].
- Bulyha, K.B., Bulyha, O.A. and Voloshchuk, O.M., 2018. *Praktykum z chyselnykh metodiv v informatytsi* [Workshop on numerical methods in computer science]. Kyiv: Kyivskyi natsionalnyi universytet kultury i mystetstv.
- Bystryj start prognozirovanija vremennyh rjadov na prakticheskom primere s ispolzovaniem FB Prophet [Quick start of time series forecasting on a practical example using FB Prophet], 2019. *Mashinnoe obuchenie, nejronnye seti, iskusstvennyj intellekt*. [online] Available at: <<https://www.machinelearningmastery.ru/a-quick-start-of-time-series-forecasting-with-a-practical-example-using-fb-prophet-31c4447a2274>> [Accessed 10 November 2020].
- Epidemichna sytuatsiia shchodo COVID-19 u rehionakh ukrainy [Epidemic situation regarding COVID-19 in the regions of Ukraine], 2020. *Tsentr hromadskoho zdorovia Ministerstva okhorony zdorovia Ukrainy*. [online] 9 November. Available at: <<https://www.phc.org.ua/news/epidemichna-situaciya-schodo-covid-19-u-regionakh-ukraini>> [Accessed 30 November 2020].
- Hyndman, R.J. and Athanasopoulos, G., 2018. 7.3 Holt-Winters' seasonal method. In: *Forecasting: Principles and Practice*. 2nd ed. [online] Melbourne: OTexts. Available at: <<https://otexts.com/fpp2/holt-winters.html>> [Accessed 5 October 2020].
- Prohnoz rozvytku epidemii COVID-19 v Ukraini na 23 lystopada – 7 hrudnia 2020 roku ("Prohnoz RH-29") [Forecast of the COVID-19 epidemic in Ukraine on November 23 – December 7, 2020 ("Forecast RG-29")], 2020. *The National Academy of Sciences of Ukraine*. [online] 23 November. Available at: <<http://www.nas.gov.ua/UA/Messages/Pages/View.aspx?MessageID=7187>> [Accessed 30 November 2020].
- Systema monitorynhu rasshyreniya эpidemyy koronavirusu [Monitoring system for the spread of the coronavirus epidemic], 2020. *National Security and Defense Council of Ukraine*, [online] Available at: <<https://covid19.rnbo.gov.ua/>> [Accessed 30 November 2020].
- U sviti ponad 62 miliony vypadkiv COVID-19: karta [In the world more than 62 million cases of COVID-19: a map], 2020. *ZN.UA*. [online] 29 November. Available at: <https://zn.ua/ukr/WORLD/chislo-hvorih-na-koronavirus-u-sviti-dosyagaye-1-5-mln-ssha-yak-i-ranishe-v-liderah-karta-343909_html> [Accessed 30 November 2020].

UDC 004.6:616-036.22**Bulyha Kostiantyn,**

*PhD in Technical Sciences, Associate Professor at the Department of Computer Science,
Kiev National University of Culture and Arts,
Kyiv, Ukraine
pitan54@ukr.net
<https://orcid.org/0000-0002-9537-3226>*

Bulyha Olena,

*Senior Lecturer at the Department of Information Technologies and Design,
State University of Infrastructure and Technology,
Kyiv, Ukraine
hellen.bulyga@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-1612-6735>*

THE USE OF INFORMATION TECHNOLOGIES FOR ANALYSIS OF EPIDEMIOLOGICAL SITUATION

The aim of the article is to find optimal methods of trend building in order to analyze the epidemiological situation in case of further development of the COVID-19 pandemic. The tasks arisen due to the increase in infection cases in the fall of 2020 are considered in detail.

The research methodology lies in the generalization of the least Gaussian squares method and Facebook Prophet methodology.

The novelty of the study is a comparative analysis of the advantages and disadvantages of systems used for online processing of statistical data, in particular, MS Excel spreadsheets.

Conclusions. The material presented in the article gives clear examples of statistical calculations using widely used software products. The problems arising from the reliability of statistical information have been considered. Examples of real calculations of trends in the epidemiological situation have been presented.

Keywords: pandemic COVID-19; information system; MS Excel; the least squares method; trend line; statistical analysis.

УДК 004.6:616-036.22**Булыга Константин,**

*кандидат технических наук, доцент кафедры компьютерных наук,
Киевский национальный университет культуры и искусств,
Киев, Украина
p1ton54@ukr.net
<https://orcid.org/0000-0002-9537-3226>*

Булыга Елена,

*старший преподаватель кафедры информационно-аналитической
деятельности и информационной безопасности,
Национальный транспортный университет,
Киев, Украина
hellen.bulyga@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-1612-6735>*

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ АНАЛИЗА
ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ**

Целью статьи является поиск оптимальных методов построения тренда с целью анализа эпидемиологической ситуации в случае дальнейшего развития пандемии COVID-19. Подробно рассмотрены задачи, возникшие с ростом случаев инфицирования осенью 2020 года.

Методы исследования: обобщение метода наименьших квадратов Гаусса и методология Facebook Prophet.

Новизной проведенного исследования является сравнительный анализ преимуществ и недостатков систем, используемых для оперативной обработки статистических данных, в частности электронных таблиц MS Excel.

Выводы. Изложенный в статье материал дает наглядные примеры выполнения статистических расчетов с использованием широко распространенных программных продуктов. Рассмотрены проблемы, возникающие в связи с достоверностью статистической информации. Представлены примеры реальных расчетов трендов эпидемиологической ситуации.

Ключевые слова: пандемия COVID-19; информационная система; MS Excel; метод наименьших квадратов; линия тренда; статистический анализ.

01.12.2020

УДК 004.451:656.2(477)**DOI: 10.31866/2617-796x.3.2.2020.220594****Овчарук Ірина,***кандидат технічних наук,**доцент кафедри інформаційних технологій і дизайну,**Державний університет інфраструктури та технологій,**Київ, Україна**ovch05@ukr.net**<https://orcid.org/0000-0003-4255-5816>***Боклаг Євген,***студент-магістрант,**кафедра інформаційних технологій і дизайну,**Державний університет інфраструктури та технологій,**Київ, Україна**evgenboklag@gmail.com**<https://orcid.org/0000-0002-3484-8507>*

ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ: РОЗВИТОК ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Метою статті є проведення дослідження історичного розвитку систем у галузі транспортних технологій, а саме систем на залізничному транспорті. Докладно представлені завдання, які виникали з розвитком залізничного транспорту, та описані способи їх розв'язання.

Методами дослідження є огляд і проведення аналізу сучасних технологій та інформаційних систем, що призначені для автоматизації робіт у галузі залізничного транспорту, проведення аналізу переваг та недоліків наявних програмних продуктів.

Новизною проведеного дослідження є аналіз переваг і недоліків систем, що використовують у галузі залізничного транспорту. У статті наведено докладний аналіз розвитку інформаційних систем у галузі залізничного транспорту, описано, які завдання вирішувалися в різні часи з різних напрямів, а саме з питань транспортування продукції від виробників до споживачів, удосконалення управління експлуатаційною діяльністю залізниць, управління технологічними процесами.

Висновки. Викладений у статті матеріал дає змогу сформувати модель розвитку залізничної галузі за певний час. Розглянуто проблеми, що виникали у зв'язку з підвищенням потужності залізничної галузі й обробкою великих обсягів інформації, з питань оперативного управління перевезеннями, обслуговування, управління експлуатаційною діяльністю залізниць, планування ремонту вагонів та обліку всіх видів робіт, а також резервування місць для пасажирів. Докладно представлено розвиток відповідних інформаційних систем, які створювалися для автоматизації робіт і вирішення відповідних завдань.

Ключові слова: залізничний транспорт; інформаційна система; оперативне управління; вантажні вагони.

Вступ. Залізничний транспорт України є провідною галуззю в дорожньо-транспортному комплексі країни, який забезпечує майже 82 % вантажних і 36 % пасажирських перевезень, що здійснюються всіма видами транспорту.

За останні 100 років зросли обсяги виробництва та продуктивності праці приблизно в 15 разів. У міру зростання обсягів перевезень збільшилося і число керованих об'єктів (поїздів, вагонів) на кожній ділянці управління. Для оперативного керівника (диспетчера) це означає збільшення обсягу інформації, що переробляється, і числа прийнятих рішень за одиницю часу (тобто разом зі зростанням обсягів перевезень зростає напруженість у роботі диспетчера). Зменшити напруженість можна, збільшуючи штат управлінського персоналу (екстенсивний шлях) або прискорюючи процес опрацювання інформації та прийняття рішень (інтенсивний шлях).

Виникла необхідність удосконалення управління транспортом. Основним напрямом удосконалювання управління є застосування наукових методів і технічних засобів (ЕОМ) для опрацювання інформації, зв'язаної з управлінням. Тому в 60-х роках прийнято рішення про створення галузевих автоматизованих систем управління (АСУ), наразі на залізничному транспорті – АСУЗТ. Мета АСУЗТ – удосконалити управління експлуатаційною діяльністю залізниць.

Результати дослідження. Високий рівень вимог до ефективності керування перевезеннями на залізничному транспорті визначає потребу у високому рівні його інформатизації. Інформаційні технології сьогодні стають не просто засобами підтримки керування, а одним з найважливіших елементів інфраструктури залізниць. З розряду допоміжних засобів вони переміщуються в клас основних технологій і стають визначальною умовою вдосконалювання керування перевезеннями. Автоматизація перевізного процесу на залізницях України почалася в середині 70-х років у складі СРСР.

З огляду на слабкий рівень розвитку обчислювальної техніки та каналів зв'язку, що існував на той час, автоматизація почалася зі створення АСУ сортувальними станціями (АСУСС). Ці системи довгий час залишалися локальними.

На початку 80-х років розпочато розробку систем оперативного управління перевезеннями на рівні залізниці (АСОУП). Вони базувалися на більш потужній обчислювальній техніці та забезпечували ведення інформаційної поїзної моделі залізниці. Але головним досягненням цього етапу автоматизації було створення єдиної обчислювальної мережі всіх залізниць, що функціонували в реальному масштабі часу. У такий спосіб закладено основу для наступного розвитку АСУЗТ, інформаційні операції включено в технологічні процеси управління перевезеннями, створилося широке коло фахівців, не тільки тих, які експлуатують обчислювальну техніку, але і здатних брати участь у розробці нових завдань.

Оскільки створено типовий програмно-технічний комплекс інформаційно-обчислювального центру залізниці (ІОЦ), на його основі під загальним керівництвом проектно-конструкторського технологічного бюро ПКТБ АСУЗТ почався процес створення і тиражування нових систем і завдань: інтегрованої обробки дорожньої відомості (ІОДВ, ЄК ІОДВ), діалогової інформаційно-довідкової системи контролю оперативної роботи (ДІСКОР), інтегрованої обробки маршруту

машиніста (ІОММ) тощо. Ослаблення централізації розробки мало і негативні наслідки – почала з'являтися різниця між ІОЦ за версіями реалізації окремих завдань.

Також на початку 80-х років Всесоюзним науково-дослідним інститутом залізничної автоматизації ВНДІ ЗА була розроблена «Автоматизована система резервування місць і продажу проїзних документів» – Експрес-2, перший регіональний центр якої був уведений в експлуатацію в 1982 році. До розпаду СРСР ця система була запроваджена на всіх залізницях Радянського Союзу. Після розпаду СРСР проблеми подальшої автоматизації перевізного процесу на залізницях України набули особливого значення та зосередилися на ІОЦ залізниць. Усі наукові інституції та проектно-конструкторські заклади лишилися за кордоном.

Останніми роками у світі спостерігаємо стійку тенденцію до глобалізації ринку товарів та послуг. Це призводить до необхідності використання ефективних технологій транспортування продукції від виробників до споживачів. Сучасний залізничний транспорт зараховуємо до надзвичайно складних організаційно-технічних систем, управління якими на сьогодні неможливе без інформаційних систем. Перед колективами ІОЦ шести залізниць України поставлено завдання займатися розвитком інформаційних технологій перевізного процесу через створення в середовищі АСОУП таких нових автоматизованих систем, як контроль дислокації контейнерів (АССК), облік технічного стану і ремонту вантажних вагонів (УТСРГВ), планування ремонту вантажних вагонів з виконаного обсягу робіт (ПРОБІГ), облік знаходження вагонів на під'їзних коліях підприємств (САУПП), облік орендованих вагонів (ОРЕНДА), обробка результатів перепису вагонів і контейнерів (ПЕРЕПИС), звіряння вагонних моделей залізниці й Укрзалізниці (СВМДУ). Дані системи, що містять не тільки програмне забезпечення, а й відповідні технологічні та методичні матеріали, нормативно-довідкову інформацію (НДІ) та експлуатаційну документацію, запроваджені й експлуатуються на всіх залізницях України (Грицунов, 2018).

Так, у 1994 р. фахівці ІОЦ Придніпровської залізниці спільно з фахівцями ГІОЦ УЗ створили дорожню систему ведення архіву даних про вантажні вагони, що дало змогу забезпечити доступ користувачів АСОУП до цих даних понад п'ять років. У 1995 р. ІОЦ Придніпровській залізниці наказом УЗ доручено розробку автоматизованої системи спостереження за вагонами інших держав (АССВ), що разом з відповідною системою в ГІОЦ УЗ мала забезпечити проведення міждержавних взаєморозрахунків за користування вагонами й оперативне визначення місцезнаходження цих вагонів. У процесі розробки були запропоновані нові підходи, що дали змогу розширити завдання так, щоб створити інформаційну вагонну модель залізниці (ВМД), що ведеться на базі чинних повідомлень поїзної моделі залізниці (ПМД) і оперативного контролю навантаження вагонів (ОКПВ). З 1997 р. ВМД експлуатується на всіх залізницях України. Це означає, що в моделі зберігаються дані про історію подій з усіма вагонами після 1997 року (Великодний, Ковдря, та Цейтлін, 2017).

Фахівці Львівської залізниці в 1998 р. на заміну ІОДВ розробили автоматизовану систему комплексної обробки перевізних документів (АСКОПД).

Фахівці Південної залізниці в 1999 р. розробили нову версію АСУСС, а на її основі створили комплексну систему електронного обміну даними (КСЕОД), що досі експлуатується на 20 великих станціях України.

У сфері пасажирських перевезень фахівці Південно-Західної залізниці розробили та здали в експлуатацію систему АСУ Експрес-УЗ (на заміну аналогічної розробки часів СРСР), а з 10 квітня 2006 року на всіх залізницях України функціонує пусковий комплекс Єдиної автоматизованої системи керування пасажирськими перевезеннями на залізницях України (АСУ ПП УЗ).

Комплекс АСУ ПП УЗ охоплює:

- квитково-касові операції з оформлення, повернення та погашення проїзних документів у внутрішньому та міждержавному сполученнях з країнами СНД і Балтії;
- оформлення проїзних документів у міжнародному сполученні зі своєї норми місць (розпочато з 01.06.2011 р.);
- оформлення перевізних документів на багаж на руках, багаж і вантажобагаж;
- оформлення квитанцій щодо надання послуг у вагонах поїздів;
- довідкове обслуговування пасажирів;
- ведення нормативно-довідкової інформації (щодо тарифів, залізничної мережі, територіального поділу, мережі продажу), ведення опису поїздів і норми місць поїздів;
- фінансово-статистичну звітність залізниць та Укрзалізниці;
- введення інформації з корінців документів, оформлених ручним способом;
- взаємодію з АСУ «Експрес-3», яка експлуатується в РЖД та інших державах СНД та Балтії, щодо квитково-касових операцій, обміну НДІ та описом поїздів, обміну фінансово-статистичною звітністю і т. п.

На рубежі віків на залізницях України експлуатувалися такі автоматизовані інформаційні системи:

- АСОУП (на всіх ІОЦ), включно з поїзною моделлю залізниці розробки ПКТБ АСУЗТ, вагонною моделлю залізниці розробки ІОЦ Придніпровської залізниці, контейнерною моделлю залізниці розробки ІОЦ Придніпровської залізниці;
- автоматизована система комплексної обробки перевізних документів (АСКОПД; Львівська, Південна, Донецька залізниці);
- єдиний комплекс інтегрованої обробки дорожньої відомості (ІОДВ, ЄК ІОДВ; Придніпровська, Одеська залізниці);
- діалогова інформаційно-довідкова система контролю оперативної роботи (ДІСКОР; на всіх ІОЦ);
- інтегрована обробка маршруту машиніста (ІОММ; Львівська, Одеська, Донецька залізниці);
- комплексна система електронного обміну даними (КСЕОД, на 20 станціях усіх залізниць УЗ);
- АСУ СС (ЄС-1011, СМ-2) – на низці станцій усіх залізниць УЗ;
- Експрес-2 – на 5 залізницях УЗ;
- Експрес-УЗ – на Південно-Західній залізниці;

– перша черга автоматизованої системи керування експлуатацією та ремонтом пасажирських вагонів лінійного і дорожнього рівнів – на Придніпровській залізниці.

Незважаючи на досить успішне функціонування окремих компонентів автоматизованих інформаційних систем, забезпечувати всі щораз більші інформаційні потреби розвитку Укрзалізниці на їх основі було складно. Нові економічні умови господарювання вимагали рішення нових, комплексних завдань. До таких завдань зараховують, наприклад:

– контроль за просуванням окремої відправки, керування термінами доставки вантажів;

– оперативний контроль за станом платоспроможності клієнтів (включно з динамічним веденням їх особових рахунків);

– ведення енергетичної моделі перевезень у взаємодії з поїзною, вагонною та локомотивною інформаційними моделями;

– ведення інформаційних моделей під'їзних колій промислових підприємств тощо (Данько, Бутько, та Березань, 2018).

З 2012 р. впроваджено програмно-апаратний комплекс оформлення електронних проїзних документів (ПАК ЕПД ПП) інтернет-засобами (сайт "booking.uz.gov.ua").

Система автоматизованого бухгалтерського обліку 90-х років не відповідала вимогам розвитку галузі. Так, раніше всі підрозділи мали здавати первинні бухгалтерські документи на ІОЦ та регіональні інформаційно-обчислювальні центри (РІОЦ) для проведення централізованих розрахунків бухгалтерського обліку: розрахунок зарплати, облік основних засобів, облік матеріалів, баланс, спецодяг тощо. Бухгалтерські операції проводили на машино-лічильних станціях ІОЦ, а не на підприємствах. Притому на кожній залізниці для автоматизації завдань бухгалтерського обліку розробляли власну методологію, нормативно-довідкову інформацію, своє програмне забезпечення, що виключало уніфікацію системи бухгалтерського обліку на підприємствах України та призводило до певних незручностей у подальшій автоматизації.

На залізницях України з'явилися функціональні системи, реалізовані на незалежних базах даних, організовані засобами системи обробки файлів (СОФ). Системи дорожнього рівня реалізовувалися в межах базового комплексу організації та забезпечення обчислювального процесу. Системи лінійного рівня (АСУ СС, КСЕОД) реалізовані на Intel-платформі і були зв'язані з дорожнім рівнем системою повідомлень, прийнятою в 1979 році, галузевого формату регіональної телекомунікаційної мережі (РТМ). Інформаційний обмін між різними системами через невисоку якість каналів зв'язку та сформованої технології був мінімізований.

Тому з 2000-го року за вказівкою керівництва УЗ Головне управління інформатики і статистики (ГІОЦ) взялося до розробки нової комплексної автоматизованої системи керування залізничним транспортом України (АСК УЗ). Однією з найважливіших вимог до новостворюваної АСК УЗ була її повна спадковість щодо дієвих ІС і забезпечення безперервності переходу від «старих» до нової системи протягом декількох років. Що здійснено три роки тому.

Упровадження в експлуатацію АСК УЗ дало змогу:

1) уніфікувати в масштабах УЗ весь комплекс технічних засобів, істотно розширити можливості використання сучасних ліцензійних програмних продуктів і технологій;

2) перейти на новий, сучасний стандарт інформаційного обміну в системі, максимально сумісний з Internet, зі стандартом Міжнародного залізничного союзу (UIC) та з автоматизованими системами інших відомств і держав;

3) перейти від окремих баз даних до єдиної інтегрованої БД галузі, відповідним чином розподіленої між вузлами мережі УЗ;

4) забезпечити принципову відкритість системи до залучення нових завдань, модифікації «старих», охоплення нових вузлів і кінцевих робочих місць – АРМів.

Основні напрямки розвитку інформатизації залізничного транспорту України, затверджені наказом УЗ № 237-Ц від 07.05.2002 року, поклали початок масштабного розвитку автоматизації перевізного процесу на залізничному транспорті України.

Проблемою, що залишилася після розпаду СРСР, стала «клаптиковість» автоматизації виробничих процесів. Розробка, упровадження та супроводження автоматизованих систем на кожній залізниці, по кожному господарству велися силами фахівців свого ІОЦ, залежно від потреб залізниці, з використанням різних технічних і програмних засобів.

Для централізації робіт у сфері автоматизації виробничих процесів, для контролю за впровадженням і супроводженням розробок наказом 2007 року було організовано державне підприємство «Проектно-конструкторське технологічне бюро з автоматизації систем управління на залізничному транспорті України» (ДП ПКТБ АСУЗТ). Підприємство створено для забезпечення інформаційних потреб галузі, виконання функції головної організації Укрзалізниці з розробки, модернізації, упровадження та супроводу автоматизованих систем керування залізничним транспортом. Основними напрямками роботи підприємства є:

- централізація всіх спеціалізованих систем залізничного транспорту;
- усунення дублювання розробок у різних структурних підрозділах;
- забезпечення комплексного архітектурного підходу у використанні стандартів, уніфікованих і типових рішень у процесі розробки інформаційних систем;
- координація власних розробок і розробок сторонніх організацій;
- централізація супроводу систем;
- авторський нагляд за системами управління у сфері експлуатаційної роботи залізниць.

Підприємство виконувало функції головної організації Укрзалізниці, яка на сьогодні є акціонерним товариством з визначення основних напрямів і технологічних підходів з розробки та впровадження автоматизованих систем управління. Робота підприємства направлена на постійний розвиток і забезпечення життєдіяльності автоматизованих систем керування на залізничному транспорті, а саме:

- АСК ВП УЗ-Є – управління вантажною роботою та перевізним процесом;
- АСК ПП УЗ – автоматизація пасажирських перевезень;
- АСМК – автоматизація майнових ресурсів;

– АСБО ФОБОС – автоматизація фінансово-економічної діяльності та матеріально-технічного забезпечення.

– АРМ ПВ – АРМ Приймоздавальника забезпечує оформлення прийомоздавальником станції технологічної документації під час виконання операцій подачі та прибирання вагонів на під'їзні колії підприємств, формування довідкової та звітної інформації про перебування вагонів на під'їзних коліях підприємств.

– АРМ ДНЦ – АРМ поїзного диспетчера забезпечує відображення графіка виконаного руху поїздів (ГВР) та додатків до ГВР за період щодо інформації операцій з рухомими одиницями, що надходить до АСК ВП УЗ-Є зі станцій та інших підрозділів лінійного рівня; ведення і поновлення в режимі реального часу моделей поїзної роботи; надання швидкого та зручного доступу до зведень про поїзди (натурного листа, підсумкових зведень щодо поїздів, даних про локомотиви та бригади, про операції з поїздом); поновлення та відображення інформації про поїзди; виконання функцій АРМ ДСП з введення операцій з рухомими одиницями за станцію; надає підказки, що спливають і містять інформацію про поїзд, відповідно до настроювань.

– АС МЕСПЛАН – АС «Месплан» призначена для автоматизації процесу формування замовлень, узгодження їх на рівні залізниці й Укрзалізниці, доведення результатів узгодження до вантажовласника та слідкування за виконанням місячних планів на перевезення вантажів. АС «Месплан» забезпечує перегляд списку заявок (ввід, узгодження) місяця планування; формування заявок (ГУ-12) і роботи з чернетками; формування облікових карток (ГУ-1); здійснення первинного контролю за правдивістю внесених даних; формування узгодження заявок на рівні Укрзалізниці.

– АСУ Клієнт – система виконує роботу з перевізними документами щодо відправлення вантажів: формування електронних даних для створення паперових перевізних документів; створення електронних перевізних документів; внесення до АС Клієнт-УЗ супровідних документів; приєднання супровідних документів до електронних перевізних документів; відправлення електронних перевізних документів чи електронних даних паперових перевізних документів до АСК ВП УЗ-Є; перегляд електронних перевізних документів чи електронних даних паперових перевізних документів після прийому вантажу до перевезення.

– ЕРПВ – управління експлуатацією та ремонтом пасажирських вагонів.

Усі залізниці АТ «Укрзалізниця» перейшли на роботу з АСК ВП УЗ замість АСОУП. Фахівці ПКТБ розробили базовий комплекс автоматизованої системи керування вантажними перевезеннями, поетапне впровадження якого дало змогу інтегрувати в єдину автоматизовану систему всі дієві АСУ вантажними перевезеннями, зокрема АСОУП, АСУСС, АСКОПД, Прикордонна система, вагонна й контейнерні моделі і таке інше; забезпечити оперативну обробку електронних перевізних документів, які формуються на автоматизованому робочому місці (АРМ) товарного касира; встановити оперативний контроль над станом розрахунків з клієнтами; забезпечити ведення та відображення в диспетчерів збільшених графіків виконаного руху та оперативного аналізу поїзної роботи в оперативно-розпорядчих відділах служб перевезень і дирекцій залізничних перевезень.

Створена оперативна вагонна, поїзна та відправочна модель рівня Укрзалізниці для ведення пономерного обліку й аналізу використання вагонних парків (інвентарного парку Укрзалізниці, власних вагонів підприємств, компаній операторів і вагонів приналежності інших держав), що дає змогу оперативно здійснювати вибір оптимальних рішень проблемних питань, які виникають в експлуатаційній діяльності (Новикова и Толмачев, 2009; Тулупов, Лецкий, Шапкин и Самохвалов, 2015).

Інформатизація перевізного процесу комерційного господарства здійснюється з метою вирішення комплексу таких завдань:

- забезпечення керівництва всіх підрозділів апарату керування повною вірогідною інформацією для аналізу, планування й контролю роботи цих підрозділів і ухвалення управлінських рішень на підставі даних автоматизованих систем;
- створення й упровадження нових технологій, заснованих на використанні автоматизованих систем;
- автоматизації бізнес-процесів комерційного господарства на єдиній обчислювальній платформі автоматизованої системи Укрзалізниці й перехід до створення електронного документообігу;
- перехід до систем оптимізації перевізного процесу й підвищення ефективності роботи користувачів автоматизованих систем усіх рівнів.

2012 рік був роком упровадження єдиної автоматизованої системи керування вантажними перевезеннями Укрзалізниці (АСК ВП УЗ-Є). АСК ВП УЗ-Є – це інтегроване середовище для організації інформаційних технологій перевізного процесу. Уже сьогодні розроблена та впроваджена інформаційна підтримка технологічних процесів від планування, створення електронного перевізного документа, обліку навантаження, відображення роботи на під'їзних коліях, організації вагонів у поїзди на вантажних і сортувальних станціях, стеження за переміщенням до прибуття, подачі під вивантаження, розкредитування документів, нарахування плати за перевезення. Окремими комплексами реалізовані оперативний облік роботи локомотивів і локомотивних бригад, видача попереджень на обмеження швидкості, облік вагонних парків, контейнерів і тягового рухомого складу, інформаційна взаємодія з клієнтами – вантажовідправниками та вантажоодержувачами.

Крім того, для врахування особливостей залізничної інфраструктури реалізовані комплекси щодо обліку технічного стану вантажних вагонів, картотеки обліку рухомих одиниць, перепис вагонів і контейнерів тощо. Кількість подій, що охоплені автоматизацією, постійно збільшується, завдяки чому створюються умови для поширення впровадження безпаперових технологій.

Постійне підвищення рівня автоматизації змінює сам технологічний процес роботи залізниць і вимагає розробки та реалізації нових інформаційних технологій, вимоги до яких підвищуються як з боку міжнародних установ (ОСЗ, МСЗ, ЦРЗТ), так і з боку Департаментів та управлінь АТ «Укрзалізниця» (Яковлев, 2015).

Необхідно мати на увазі, що час висуває нові напрями розробки автоматизованих систем і комплексів, серед яких найважливішою є інформаційна підтримка управління перевезеннями, яка має забезпечувати такі напрями роботи: диспетчерське регулювання перевезень, комплексне регулювання вагонних парків,

планування перевезень вантажів, оперативне планування експлуатаційної роботи Укрзалізниці та її підрозділів, управління роботою локомотивного парку, технічне нормування експлуатаційної роботи, аналіз експлуатаційної роботи.

Дуже важливим напрямом розробок є висвітлення ходу перевізного процесу з погляду відхилення від нормативів на підставі автоматизації обробки нормативної та оперативної інформації (автоматичне визначення відхилень у графіку руху поїздів, порушення планових завдань тощо), а також прогнозування ситуації в поїзній і вантажній роботі АТ «Укрзалізниця» та її підрозділів. Зважаючи на це, важливу роль відіграють робочі місця, які наповнюють базу даних і мають забезпечувати стовідсоткове введення правдивої первинної інформації перевізного процесу.

Розвиток технологій управління на основі використання інтегрованої бази даних АСК ВП УЗ-Є та суміжних інформаційних систем сприятиме вдосконаленню та розвитку таких елементів управління перевізним процесом:

- контроль та аналіз поїзного положення;
- прогноз поїздоутворення, змінно-добове планування;
- управління роботою в умовах надання вікон;
- технічне нормування перевезень;
- контроль наявності, стану та роботи вагонних парків;
- облік та організація роботи локомотивів і локомотивних бригад;
- організація перевезень у міждержавному сполученні;
- аналіз економічних показників перевізного процесу.

Особливу увагу під час створення нових інформаційних технологій приділяють питанням безпаперової технології і правдивості та своєчасності введення інформації в систему (АСК ВП УЗ-Є). Для створення технології із застосуванням електронного цифрового підпису (ЕЦП) вирішено великий обсяг технічних, організаційних і нормативно-правових робіт. У 2011 році Укрзалізниця перейшла на електронне оформлення документів у разі перевезення вантажів у внутрішньому сполученні. В основі електронного документообігу лежить обмін даними через автоматизовані системи залізниці та клієнта із застосуванням електронного цифрового підпису, яким засвідчується електронна накладна. Електронні документи застосовуються на всіх етапах перевізного процесу – від узгодження заявки до моменту отримання вантажу. Тепер проводиться поступовий перехід на безпаперову технологію в міжнародному сполученні. Відповідно до чинного законодавства України, АТ «Укрзалізниця» та інші підприємства, що входять до її складу, використовують електронні ключі, які обслуговуються в акредитованих центрах сертифікації ключів – АЦСК УЗ, створений на базі ГІОЦ УЗ. Усі електронні документи зберігаються в архіві електронного документообігу АТ «Укрзалізниця» (ПАК АЕДО УЗ).

На всіх базових підприємствах пасажирських господарств залізниць України введено пусковий комплекс автоматизованої системи керування експлуатацією й ремонтом пасажирських вагонів і обслуговуванням пасажирів у поїздах (АСУ ЕРПВ). Система містить у собі більш ніж 30 комплексів завдань, об'єднаних у такі підсистеми:

- АСУ ПВ – керування парком вагонів для формування пасажирських поїздів;
- АСУ ПТО – керування технічним обслуговуванням і підготовкою пасажирських вагонів у рейс;
- АСУ РЕМОНТ – керування плановим ремонтом вагонів;
- АСУ СЕРВІС – керування сервісним обслуговуванням пасажирів у поїздах і резервом провідників;
- АСУ РЕСУРС – контроль і планування ресурсів, які забезпечують ремонт і експлуатацію пасажирських вагонів.

Система призначена для керування пасажирськими перевезеннями на лінійному рівні залізниць та АТ «Укрзалізниця». Нарівні з розробками програмного забезпечення не менш важливими напрямками в роботі ПКТБ ІТ є технологічний супровід і розвиток автоматизованих систем, перебої в роботі яких або несвоєчасне внесення до них відповідних оперативних коригувань, які обумовлені змінами в законодавстві України та вимагають реформування залізничної галузі, можуть призвести до суттєвих економічних і соціальних наслідків. Досить часто ці роботи виконують в оперативному режимі.

Наведено узагальнені переваги та недоліки використання АРМів.

Переваги: простота створення і ведення баз даних (БД); надійність та захист; єдиний опис даних; близька до природної мови спілкування з ПЕОМ; модульна побудова програмного забезпечення; функціональна повнота; застосування стандартних процедур; логічний контроль; зменшення часу узгодження заявок на перевезення вантажів; зменшення часу оформлення перевізних документів.

Недоліки: складно адаптуються до змін на ринках; розроблені у різний час АС та ІС погано взаємодіють між собою; багаторазове введення первинної інформації; наявні інформаційні системи орієнтовані в основному на використання перевізних ресурсів і не націлені на збільшення прибутковості галузі та зниження експлуатаційних витрат.

Висновки. Отже, автоматизовані системи, які розроблені на єдиній базі даних, і програмному забезпеченні, створюють нові можливості, щоб, з одного боку, залучати до транспортних послуг більшу кількість клієнтів та отримувати додаткові прибутки, а з другого – забезпечувати керівництво Укрзалізниці філій України необхідною інформацією для оцінки ситуації, прийняття своєчасних рішень і прогнозування перспектив. Використання таких систем забезпечить контроль виробничої дисципліни, можливість ведення електронного документообігу, виключить потоки інформації, що дублюються. Реалізація впровадження має забезпечити контроль за дотриманням комерційними працівниками технологічної та виробничої дисципліни; безперервність виконання технологічних операцій із забезпеченням системи логічного контролю на стадіях здійснення процесів планування; підготовки процесу перевезень; заповнення перевізних документів; розрахунку провізних платежів; оплати перевезень і здійснення самого перевезення відповідно до договірних умов.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

- Великодний, В.В., Ковдря, Д.В. та Цейтлін, С.Ю., 2017. 10 років розвитку інформаційних технологій залізничної галузі. *Залізничний транспорт України*, [online] 1, с.16-23. Доступно: <nbuv.gov.ua/j-pdf/ZTU_2017_1_5.pdf> [Дата звернення 11 жовтня 2020].
- Грицунов, О.В., 2018. *Інформаційні системи та технології*. Харків: Харківський національний університет міського господарства.
- Данько, М.І., Бутько, Т.В. та Березань, О.В., 2018. *Управління експлуатаційною роботою і якістю перевезень на залізничному транспорті*. Харків: УкрДАЗТ.
- Інформація про Українські залізниці. *Міністерство інфраструктури України*. [online] Доступно: <https://mtu.gov.ua/content/informaciya-pro-ukrainski-zalznici.html> [Дата звернення 11 жовтня 2020].
- Лаврухін, О.В., Долгополов, П.В., Петрушов, В.В. та Ходаківський, О.М., 2016. *Інформаційні системи та технології при управлінні залізничними перевезеннями*. Харків: Компанія СМІТ.
- Новикова, Г.М. и Толмачев, Л.И., 2009. Интеллектуальные технологии в управлении. В: Сухомлин, В.А., ред. *Современные информационные технологии и ИТ-образование*. IV Международная научно-практическая конференция. Москва. Россия, с.428-435.
- Тулупов, Л.П., Лецкий, Э.К., Шапкин, И.Н. и Самохвалов, А.И., 2015. *Управление и информационные технологии на железнодорожном транспорте*. Москва: Маршрут.
- Яковлев, В.Ф., 2015. *Автоматика и автоматизация производственных процессов на железнодорожном транспорте*. Москва: Транспорт.

REFERENCES

- Danko, M.I., Butko, T.V. and Berezan, O.V., 2018. *Upravlinnia ekspluatatsiinoiu robotoiu i yakistiu perevezen na zaliznychnomu transporti* [Management of operational work and quality of transportation on railway transport]. Kharkiv: UkrDAZT.
- Hrytsunov, O.V., 2018. *Informatsiini systemy ta tekhnologii* [Information systems and technologies]. Kharkiv: Kharkivskiy natsionalnyi universytet miskoho hospodarstva.
- Informatsiia pro Ukrainski zaliznytsi [Information about Ukrainian railways]. *Ministerstvo infrastruktury Ukrainy*. [online] Available at: <<https://mtu.gov.ua/content/informaciya-pro-ukrainski-zalznici.html>> [Accessed 11 October 2020].
- Jakovlev, V.F., 2015. *Avtomatika i avtomatizacija proizvodstvennyh processov na zheleznodorozhnom transporte* [Automation and automation of production processes in railway transport]. Moscow: Transport.
- Lavrukhin, O.V., Dolhopolov, P.V., Petrushov, V.V. and Khodakivskiy, O.M., 2016. *Informatsiini systemy ta tekhnologii pry upravlinni zaliznychnymy perevezenniamy* [Information systems and technologies in railway transportation management]. Kharkiv: Kompaniia SMIT.
- Novikova, G.M. and Tolmachev, L.I., 2009. *Intellektualnye tehnologii v upravlennii* [Intelligent technologies in management]. In: Suhomlin, V.A., ed. *Sovremennye informacionnye tehnologii i IT-obrazovanie* [Intelligent technologies in management]. IV International Scientific and Practical Conference. Moscow. Russia, pp. 428-435.
- Tulupov, L.P., Leckij, Je.K., Shapkin, I.N. and Samohvalov, A.I., 2015. *Upravlenie i informacionnye tehnologii na zheleznodorozhnom transporte* [Management and information technologies in railway transport]. Moscow: Marshrut.

Velykodnyi, V.V., Kovdria, D.V. and Tseitlin, S.Iu., 2017. 10 rokiv rozvytku informatsiinykh tekhnolohii zaliznychnoi haluzi [10 years of development of information technologies of the railway industry]. *Zaliznychnyi transport Ukrainy*, [online] 1, pp.16-23. Available at: <nbuv.gov.ua/j-pdf/ZTU_2017_1_5.pdf> [Accessed 11 October 2020].

УДК 004.451:656.2(477)

Ovcharuk Iryna,

PhD in Technical Sciences,

Associate Professor, at the Department of Information Technologies and Design,

State University of Infrastructure and Technology,

Kyiv, Ukraine

ovch05@ukr.net

<https://orcid.org/0000-0003-4255-5816>

Boklah Yevhen,

Master's Student, at the Department of Information Technologies and Design,

State University of Infrastructure and Technology,

Kyiv, Ukraine

evgenboklag@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-3484-8507>

INFORMATION SYSTEMS IN RAIL TRANSPORT: DEVELOPMENT AND PROSPECTS

The purpose of the article is to conduct a study of the systems' historical development in the field of transport technologies, namely, systems in railway transport. The problems that arose with the development of railway transport are presented in detail, and the ways of their solution are described.

The research methods are review and analysis of modern technologies and information systems designed to automate work in the field of railway transport, analysis of the advantages and disadvantages of existing software products.

The novelty of the study is the analysis of the advantages and disadvantages of systems used in the field of railway transport. The article provides a detailed development of information systems in the field of railway transport, describes what tasks were solved at different times in different areas, namely, on transportation of products from producers to consumers, improving the management of railways, process control.

Conclusions. The material presented in the article allows forming a model of development of the railway industry for a certain time. The problems that have arisen in connection with increasing the capacity of the railway industry and processing large amounts of information, on the operational management of transportation, maintenance, management of railway operations, planning of car repairs and accounting of all types of work, as well as reservations for passengers. The development of the corresponding information systems which were created for automation of works and the decision of the corresponding problems is in detail presented.

Keywords: railway transport; information system; operational management; freight cars.

UDC 004.451:656.2(477)**Овчарук Ирина,***кандидат технических наук,**доцент кафедры информационных технологий и дизайна,**Государственный университет инфраструктуры и технологий,**Киев, Украина**ovch05@ukr.net**<https://orcid.org/0000-0003-4255-5816>***Боклаг Евгений,***магистрант кафедры информационных технологий и дизайна,**Государственный университет инфраструктуры и технологий,**Киев, Украина**evgenboklag@gmail.com**<https://orcid.org/0000-0002-3484-8507>***ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ:
РАЗВИТИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

Целью статьи является проведение исследования исторического развития систем в области транспортных технологий, а именно систем на железнодорожном транспорте. Подробно представлены задачи, которые возникали с развитием железнодорожного транспорта, и описаны способы их решения.

Методами исследования является обзор и проведение анализа современных технологий и информационных систем, предназначенных для автоматизации работ в области железнодорожного транспорта, проведение анализа преимуществ и недостатков существующих программных продуктов.

Новизной проведенного исследования является анализ преимуществ и недостатков систем, используемых в области железнодорожного транспорта. В статье приводится подробный анализ развития информационных систем в области железнодорожного транспорта, описано, какие задачи решались в разное время по разным направлениям, а именно по вопросам транспортировки продукции от производителей к потребителям, совершенствования управления эксплуатационной деятельностью железных дорог, управления технологическими процессами.

Выводы. Изложенный в статье материал позволяет сформировать модель развития железнодорожной отрасли за определенное время. Рассмотрены проблемы, возникающие в связи с увеличением мощности железнодорожной отрасли и обработкой больших объемов информации, по вопросам оперативного управления перевозками, обслуживания, управления эксплуатационной деятельностью железных дорог, планирования ремонта вагонов и учета всех видов работ, а также резервирования мест для пассажиров. Подробно представлено развитие соответствующих информационных систем, которые создавались для автоматизации работ и решения соответствующих задач.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт; информационная система; оперативное управление; грузовые вагоны.

23.10.2020

UDK 658.152**DOI: 10.31866/2617-796x.3.2.2020.220599*****Tkachenko Olha,***

*PhD in Physic's and Mathematic's, Associate Professor,
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 Economic's,
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>*

Kovbatiuk Georgy,

*Master's student at the Department of Information Technologies and Design,
State University of Infrastructure and Technology,
Kyiv, Ukraine
kgacs1.6@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-8140-4506>*

SOME ASPECTS OF ONTOLOGICAL MODELLING OF INVESTMENT ACTIVITY

The purpose of the article is to study and consider general trends, problems and prospects for the use of ontological modelling of investment activity.

Research methods are methods of semantic analysis of the basic concepts of the considered subject area (investment activity). The article discusses approaches to ontological modelling of investment activities and the development of modern intelligent expert systems that support investment processes.

The novelty of the research is the analysis of the use of ontological modelling in the optimization of investment activities

The conclusion of the research conducted in the article is as follows: the article considers various aspects related to intelligent technologies based on modeling, in particular on the ontological; the essence of ontological modelling of investment activity is considered. Use of cognitive-ontological model promotes the formation of optimum administrative decisions in the field of investment activity. The set of interrelated management actions for investment activities, their logical sequence constitute a holistic management strategy – a model of process management in the system of investment activities.

Keywords: intelligent systems; expert systems; investment activity; modelling; ontology; ontological model.

© Ткаченко О. І.

© Ткаченко К. О.

© Ковбатиук Г. О.

Introduction. The investment company must work with large volumes of documents, which must be recorded, and contain all the data in full order and up to date. Besides, the content of these documents is important. Therefore, the technology of accounting and document processing is relevant to the investment company. One of the ways of such technification is the use of information or intelligent systems that provide the ability to store and process all necessary data. The development of these systems should be based on appropriate modelling, in particular ontological (The use of ontologies for effective knowledge modelling and information retrieval; Chan and Harrison, 2010).

Research in the field of intelligent systems' design based on appropriate modelling was conducted, in particular, in (Rassel and Norvig, 2017; Dzharratano and Rajli, 2017), where a modern concept of intelligent systems was developed, its main components, principles of development and requirements for such systems were determined. Research of intelligent systems and technologies based on complex models is devoted (Ruchkin and Fulin, 2014 (Generic Artificial Intelligence and Expert Systems) *Intellektualizirovannye komp'yuternye tehnologii podderzhki prinjatija reshenij*). The practical aspects of the intelligent systems and technologies development were paid attention (Chastikov, Gavrilova and Belov, 2015; Subbotin, 2011).

The issues of representation and processing of knowledge in intelligent systems built using appropriate models (often semantic, frame and ontological) were considered in (Symons, 1994; Gavrilova and Horoshevskij, 2001). Therefore, the urgency of the problem of developing intelligent expert systems (IES) is beyond doubt. The problem of development of IEC of practical direction, in particular, IES for the sphere of insurance activity on the basis of the corresponding ontological model is also actual. The proposed article is devoted to solving this problem.

Main material. Online insurance is a field of investment activity that has great potential for attracting customers, the adoption of a new standard for investment activity. Nowadays, there is a desire to develop and improve methods. The transition to a virtual environment facilitates the conclusion of investment contracts between the insured and the insured person without the involvement of banking or other intermediaries.

Cognitive analysis in the field of investment activity helps to understand existing problems, identify contradictions and analyze the processes occurring in this environment.

The essence of cognitive-ontological modelling (Maksimov, Kornoushenko and Kachaev, 1999) in the field of investment activity as an element of cognitive analysis is to simplify the reflection of complex problems and trends in the system of investment activity, the study of possible scenarios of crises and ways and conditions to overcome them. The use of cognitive-ontological modelling qualitatively increases the validity of management decisions.

The stages of cognitive-ontological modelling of process management in the system of investment activity are:

Determining the factors that characterize the environment, system, processes, situation (for example, the essence of the problem of content management can be

formulated using the factors “Investment service”, “Customer solvency”, “Income of the investment company”, “Number of customers”). “Costs for the organization of the investment system”, “Volume of investments”, etc.).

Identify the relationships between factors, direction and interaction between factors.

Determining the nature of the impact (positive, negative). At this stage, a top-level cognitive-ontological model is built (the corresponding cognitive map in the form of an oriented graph).

Determining the degree of influence of factors on each other (weak, strong). At this stage, the cognitive-ontological model of the field of investment is finally built (including cognitive maps and factors of investment, and processes of investment, and process management in system of investment).

Thus, the cognitive-ontological model of process management in the system of investment activity is a set of models (cognitive-ontological) for different processes and different levels of the system.

For optimal and effective modelling of process management process in the system of investment activity, the online insurance system should be structured, which involves identifying the basic elements of the system (subjects and objects of management; factors influencing the situations in which the system may be; processes, which occur in the system, factors that determine the impact on the system of the external environment, etc.) and identify types of relationships between elements of the system (hierarchical relationships, subordination, imitation, etc.).

In particular, it is necessary to divide the factors influencing situations in which there can be a system, and the factors defining influence on the system of external environment, on groups (Gavrilova and Horoshevskij, 2001):

- target, describing the essence of the problems for which the system is created;
- basic (general), describing the essence of the problem and which significantly affect the situation in which the system may be;
- insignificant, weakly related to the basic factors and those that do not significantly affect the situation in which the system may be.

When analyzing a specific situation, experts in the field of investment activity determine which changes in the basic factors are most preferable for him (Tkachenko and Tkachenko, 2017). But the target factors are the greatest interest for experts.

The purpose of management involves the generation of management decisions about the processes occurring in the system of investment activity, to ensure the desired changes in target factors.

In a set of basic factors the set is allocated:

- control factors = input factors of the cognitive – ontological model, necessary to start the formation based on the model of control effects on the system;
- internal factors that belong to both the object and the subject of management and are under some control of management in the institution of investment activity;
- external factors that reflect the influence of external forces on the situation or system, which are not under the control of management in the institution of invest-

ment activity or may be controlled from the outside (management entity, external entity). Among the external factors are usually distinguished:

- *predicted* (predicted), the occurrence and behaviour of which can be assumed on the basis of an analysis of available information;
- *unpredictable* (unforeseen), the behaviour of which the expert learns after their occurrence.

The use of a cognitive-ontological model helps to generate optimal management decisions. A set of interrelated management actions in concerning investment activity, their logical sequence constitute a holistic management strategy – an ontological model of process management in the system of investment activity.

Cognitive-ontological model of process management in the system of investment activity is a set of models (cognitive and ontological) for different processes and different levels of the system. In graphs depicting cognitive-ontological models, all arcs are weighted. These weights reflect the degree of influence of factors on each other. When specifying the weights of the arcs, the usual oriented graph becomes functional. The cognitive map consists of factors – elements in the system of investment activity, which can act as subjects of investment activity (for example, customers, investors (investment institutions)), and investment processes, and the links between these elements.

An example of a cognitive map of a situation in the field of investment activity at one of its levels, shown in figure 1 (Tkachenko and Tkachenko, 2017).

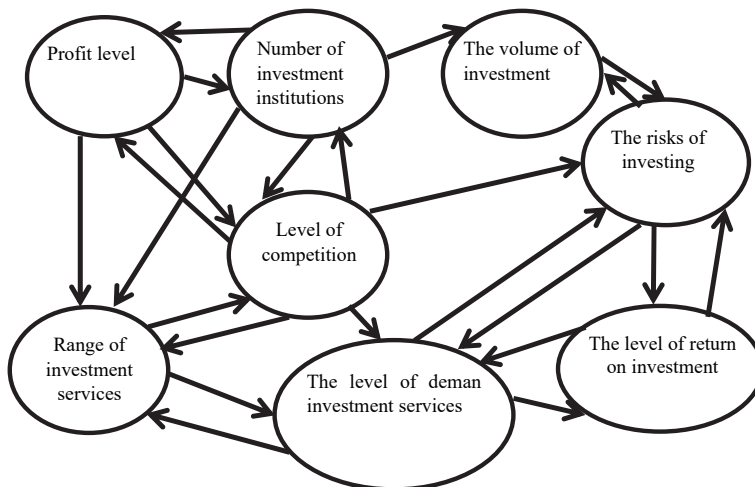


Fig. 1. Cognitive map for the upper level of investment activity

At the level shown in figure 1, each relationship between the elements of the cognitive map (factors) is revealed by the corresponding relations, each of which can be described by a set of variables (quantitative, qualitative). «Qualitative» variable

corresponds to the number belonging to the segment $[-1, 1]$. The sign of the number is determined by the nature of the influence of the factor (positive, negative).

To cognitive-ontological model in the system of investment activity, such a system should be structured, which involves determining the main elements of the system (subjects and objects of management; factors influencing the situation in which the system may be; processes occurring in the system; factors determining the impact on the system of the environment, etc.) and identifies types of relationships between elements of the system.

The cognitive-ontological model of the situation can be represented by an oriented graph, each arc of which reflects the functional relationship between factors in the investment activity. The cognitive-ontological model of the situation is represented by the so-called functional graph (Chan and Harrison, 2010; Tkachenko and Tkachenko, 2017), an example of which is presented in figure 1, situation in the field of online insurance is shown in figure 2. It's necessary to divide the factors influencing situations in which there can be a system, and factors influencing the system of the external environment, into groups (Tkachenko and Tkachenko, 2017):

- *target*, describing the essence of the problems for which the system is created;
- *basic* (general), describing the essence of the problem and which significantly affect the situation in which the system may be;
- *insignificant*, weakly related to the basic factors and those that do not significantly affect the situation in which the system may be

When analyzing a specific situation, experts in the field of investment activity determine which changes in the basic factors are most preferable. (Tkachenko and Tkachenko, 2017).

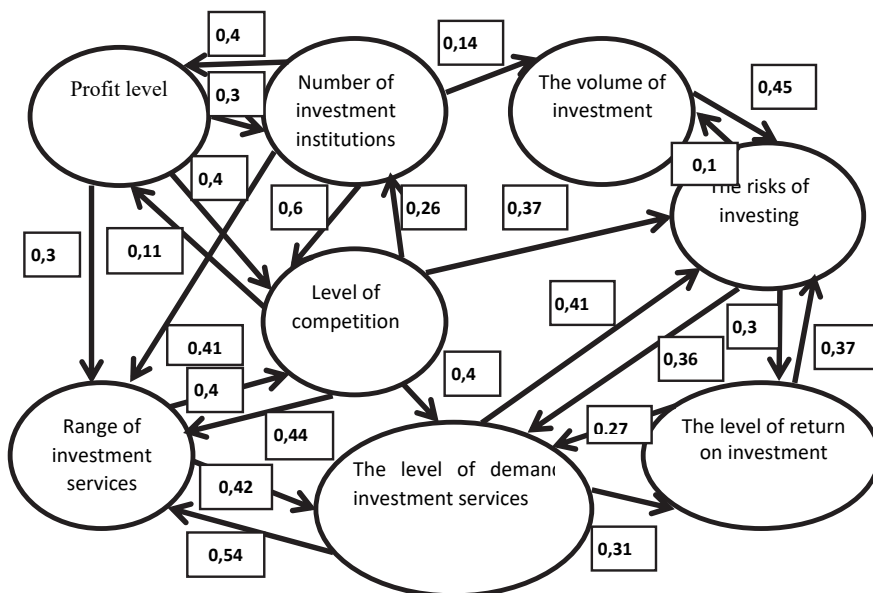


Fig. 2. Functional graph

But the target factors are the greatest interest for experts. The purpose of management involves the generation of management decisions about the processes in the system of investment activity, to ensure the desired changes in target factors.

In the set of basic factors there are sets:

– *control factors* – input factors of the cognitive-ontological model, necessary to start the formation on the basis of the ontological model of control effects on the system;

– *internal factors* that belong to both the object and the subject of management and are under certain control of the management in the institutions of investment activity;

– *external factors* that reflect the influence of external forces on the situation or system, which are not under the control of the management in the institutions of investment activity, or maybe controlled from the outside.

The use of a cognitive-ontological model helps to generate optimal management decisions. A set of interrelated management actions in relation to investment activity and their logical sequence constitute a holistic management strategy – an ontological model of process management in the system of investment activity.

Conclusions. The use of cognitive-ontological model contributes to the generation of optimal management decisions in the field of investment activity. A set of interrelated management actions concerning investment activity and their logical sequence constitute a holistic management strategy – a model of process management in the system of investment activity.

During the development of IEC “Investment Ltd”, which uses a cognitive-ontological model, the following main steps were performed:

- analysis of the subject area;
- development of infographic model – model “essence-connection”;
- development of a data model of the IEC information base;
- development of the cognitive-ontological model of knowledge representation.

REFERENCES

The use of ontologies for effective knowledge modelling and information retrieval. [online] Available at: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210832717300649>> [Accessed 11 October 2020].

Chan, C.W. and Harrison, R., 2010. An Ontology Modeling Tool. In: Wang, Y., Zhang, D. and Kinsner, W. eds. *Advances in Cognitive Informatics and Cognitive Computing. Studies in Computational Intelligence*, [online] 323. Available at: <https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-16083-7_7> [Accessed 11 October 2020].

Maksimov, V.I., Kornoushenko, E.K. and Kachaev, S.V., 1999. Kognitivnye tehnologii dlja podderzhki prinjatija upravlencheskih reshenij [Cognitive Technologies to Support Management Decision Making]. *Informacionnoe obshchestvo*, [online] 2, pp.50-54. Available at: <<http://emag.iis.ru/arc/infosoc/emag.nsf/BPA/092aa276c601a997c32568c0003ab839>> [Accessed 11 October 2020].

- Rassel, S. and Norvig, P., 2017. *Iskusstvennyj intellekt. Sovremennyy podhod* [Artificial Intelligence. Modern approach]. Moscow: Vil'jams.
- Dzhekson, P., 2014. *Vvedenie v jekspertnye sistemy* [An Introduction to Expert Systems]. Moscow: Vil'jams.
- Dzharratano, Dzh. and Rajli, G., 2017. *Jekspertnye sistemy: principy razrabotki i programmirovaniya* [Expert systems: design principles and programming]. Moscow: Vil'jams.
- Ruchkin, V.N. and Fulin, V.A., 2014. *Universalnyj iskusstvennyj intellekt i jekspertnye sistemy* [Generic Artificial Intelligence and Expert Systems]. St. Petersburg: BHV-Peterburg.
- Osipov, G.S., Dinamicheskie modeli i instrumentalnye sredstva, ispolzujushhie jempiricheskie i jekspertnye znanija [Dynamic models and tools using empirical and expert knowledge]. *Institut programnyh sistem RAN*. [online] Available at: <<http://www.raai.org/about/persons/osipov/pages/doklosipov.html>> [Accessed 11 October 2020].
- Intellektualizirovannyye kompjuternyye tehnologii podderzhki prinjatija reshenij* [Intellectualized computer decision support technologies]. [online] Available at: <<http://www.ipu.ru/labs/lab51/projects.htm>> [Accessed 11 October 2020].
- Chastikov, A.P., Gavrilova, T.A. and Belov, D.L., 2015. *Razrabotka jekspertnyh sistem. Sreda CLIPS* [Development of expert systems. CLIPS environment]. St. Petersburg: BHV-Peterburg.
- Subbotin, S.O., 2011. *Podannia y obrobka znan u sistemakh shtuchnoho intelektu ta pidtrimky pryiniattia rishen* [Representation and processing of knowledge in artificial intelligence systems and decision support]. Zaporizhzhia: Zaporizkyi natsionalnyi tekhnichnyi universytet.
- Symons, V., 1994. Evaluation of information systems investments: towards multiple perspectives. In: *Information management*. Springer: Boston. pp.253-268. [online] Available at: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4899-3208-2_13 [Accessed 11 October 2020].
- Gavrilova, T.A. and Horoshevskij, V.F., 2001. *Bazy znanij intellektualnyh sistem* [Knowledge bases of intelligent systems]. St. Petersburg: Piter.
- Tkachenko, O.A. and Tkachenko, O.I., 2017. Deiaki aspekty sytuatsiino-semantichnoho modeliuvannia skladnykh ob'ektiv, protsesiv ta system [Some aspects of situational-semantic modeling of complex objects, processes and systems]. *Vodnyi transport*, 1 (26), pp.129-133.

УДК 658.152**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>

Ковбатюк Георгій,

магістрант кафедри інформаційних технологій та дизайну,
Державний університет інфраструктури та технологій,
Київ, Україна
kgacs1.6@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-8140-4506>

ДЕЯКІ АСПЕКТИ ОНТОЛОГІЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Мета статті – дослідити та розглянути загальні тенденції, проблеми та перспективи використання онтологічного моделювання інвестиційної діяльності.

Методи дослідження – методи семантичного аналізу основних понять розглянутої предметної сфери (інвестиційна діяльність). У статті наведено підходи до онтологічного моделювання інвестиційної діяльності та розробки сучасних інтелектуальних експертних систем, що підтримують інвестиційні процеси.

Новизна дослідження – аналіз використання онтологічного моделювання при оптимізації інвестиційної діяльності.

Висновки. У статті розглянуто різні аспекти, пов'язані з інтелектуальними технологіями, що ґрунтуються на моделюванні, зокрема на онтологічному; сутність онтологічного моделювання інвестиційної діяльності. Використання когнітивно-онтологічної моделі сприяє формуванню оптимальних управлінських рішень у галузі інвестиційної діяльності. Сукупність взаємопов'язаних управлінських дій щодо інвестиційної діяльності, їх логічна послідовність становлять цілісну стратегію управління – модель управління процесами в системі інвестиційної діяльності.

Ключові слова: інтелектуальні системи; експертні системи; інвестиційна діяльність; моделювання; онтологія; онтологічна модель.

УДК 658.152**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>

Ковбатюк Георгий,

магистрант кафедры информационных технологий и дизайна,
Государственный университет инфраструктуры и технологий,
Киев, Украина
kgacs1.6@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-8140-4506>

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ОНТОЛОГИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Цель статьи – исследовать и рассмотреть общие тенденции, проблемы и перспективы использования онтологического моделирования инвестиционной деятельности.

Методы исследования – методы семантического анализа основных понятий рассматриваемой предметной области (инвестиционная деятельность). В статье рассматриваются подходы к онтологическому моделированию инвестиционной деятельности и разработке современных интеллектуальных экспертных систем, поддерживающих инвестиционные процессы.

Новизна исследования – анализ использования онтологического моделирования при оптимизации инвестиционной деятельности.

Выводы. В статье рассмотрены различные аспекты, связанные с интеллектуальными технологиями, основанные на моделировании, в частности на онтологическом; сущность онтологического моделирования инвестиционной деятельности. Использование когнитивно-онтологической модели способствует формированию оптимальных управленческих решений в области инвестиционной деятельности. Совокупность взаимосвязанных управленческих действий по инвестиционной деятельности, их логическая последовательность составляют целостную стратегию управления – модель управления процессами в системе инвестиционной деятельности.

Ключевые слова: интеллектуальные системы; экспертные системы; инвестиционная деятельность; моделирование; онтология; онтологическая модель.

16.10.2020

UDK 004.085.8**DOI: 10.31866/2617-796x.3.2.2020.220602*****Tkachenko Olha,****PhD in Physics and Mathematics,**Associate Professor at the Department of Information Technologies and Design,**State University of Infrastructure and Technologies,**Kyiv, Ukraine**oitkachen@gmail.com**<https://orcid.org/0000-0003-1800-618X>****Tkachenko Oleksandr,****PhD in Physics and Mathematics,**Associate Professor at the Department of Software Engineering,**National Aviation University,**Kyiv, Ukraine**aatokg@gmail.com**<https://orcid.org/0000-0001-6911-2770>****Tkachenko Kostyantyn,****PhD in Economics,**Associate Professor at the Department of Information Technologies and Design,**State University of Infrastructure and Technologies,**Kyiv, Ukraine**tkachenko.kostyantyn@gmail.com**<https://orcid.org/0000-0003-0549-3396>*

ACTUAL TRENDS OF CLOUD COMPUTING AND TECHNOLOGIES IN OPTIMIZATION OF DATA STORAGE

The purpose of the article is to investigate and consider the general trends, problems and prospects of using cloud computing and technologies in data processing, in particular optimization of their storage.

The research methodology consists of semantic analysis methods of the basic concepts of the considered subject area (cloud computing and cloud technologies). The article discusses approaches to storing data (including multimedia) in modern systems that support cloud computing and technologies.

The scientific novelty of the research is the analysis of cloud computing use and cloud technologies for data storage optimizing.

The conclusions of the research conducted in the article are as follows: the paper considered various aspects related to cloud computing and cloud technologies, including various advantages and disadvantages; cloud computing and cloud technologies can offer numerous benefits to various stakeholders; cloud computing and cloud technologies have some problems; it is noteworthy that by supporting the cloud computing and cloud technologies

© Ткаченко О. І.

© Ткаченко О. А.

© Ткаченко К. О.

deployment and maintenance models, problems can be either minimized or eliminated since the dynamic characteristics of cloud computing and cloud technologies can always support users.

Keywords: cloud computing; cloud technology; deployment models; service models; data; media data; Azure storage.

Introduction. Cloud technologies (CT) (<https://www.hpe.com/ru/ru/what-is/cloud-computing.html>) are aggressively advancing in the fields of science, culture, education and business. This work will review cloud computing (CC) and CT, consider various aspects of their use in processing information of various nature (in particular, media data). CCs use relatively old computing and networking technologies (with appropriate software (Buyya, Broberg and Goscinski, 2011). CCs have a long history of development: “mainframe time-sharing computer systems (Mnogoterminálne systémy – proobraz seti, 2009); a technology known as “distributed computing” (Kosjakov, 2014).

Distributed computing, the emergence of network technologies and more reliable data transmission have contributed to the fact that the solution of the most complex computational problems began to be carried out by sharing programs, data and communications on several platforms, including many “computing nodes” located in the global network.

Let us analyze what the later CC and CT offer and what distinguishes the CC from the distributed systems. One of the differences is the presence of a business model that CC and CT provide for accessing and using distributed (remote) computing services.

Main research material. The essence of cloud computing. CC can be viewed as a model for the exchange (trade, provision) of on-demand computing services, including pay-for-use services. In this case, users pay only for the services they need. CC and CT guarantee tangible business reimbursements at lower costs, as their use reduces the cost of computing, as opposed to the full use of information-communication technologies (ICT). CC and CT services provide a return on investment for enterprises through lower initial cost, lower service requirements, and less need for ICT support staff. As a result, these businesses can focus on what really matters to their customers and leads to financial returns.

According to (Raj, 2013), the definition of CC and CT is a problem due to the numerous basic concepts and types of services provided by CC and CT. Figure 1 (Raj, 2013) shows an image of the essence of the CC that connects platforms, applications and computing infrastructure into a single cloud, the resources of which can be used by various categories of users.

Main characteristics of CC. CC, which is a model of resource provision, combine several existing technologies that have been applied in-network computing, distributed systems, service computing, service-oriented architectures, the Internet of Things, IT-outsourcing, etc. (Magoulès, Pan, and Teng, 2013). Let us describe the main characteristics of the CC and the differences between the features of the technical, qualitative and economic aspects of the CC associated with a business.

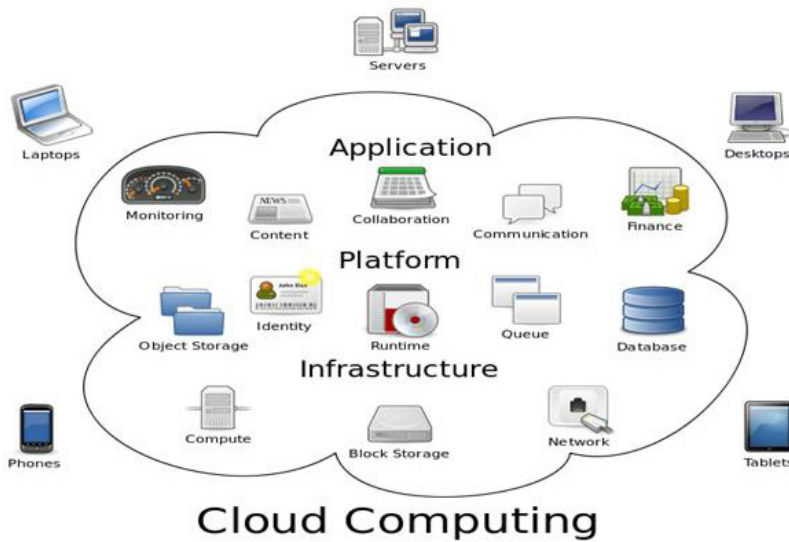


Fig. 1. The essence of cloud computing

Key characteristics of the CC are (Tkachenko, 2014):

- *Self-service on-demand* through a secure portal: The cloud service user performs this self-service without interacting with service providers.
- *Scalability and Elasticity*: Scale computational capabilities up or down quickly, always elastic to maintain cost efficiency.
- *Usage Fee*: Charged using one of the billing models to optimize resource use.
- *Ubiquitous access*: capabilities are available over the network and through standard mechanisms that facilitate the use of heterogeneous thick, thin or mobile client platforms. The fat client provides users with more options, graphics, and choices that make the platform more customizable. The fat client does not rely on the central processing server, because usually processing (including media data, in particular, their storage and transformation) is performed locally in the user's system and the server is accessed mainly for the purpose of storing information.

The *"thin client"* communicates with a central processing server where very little software is installed on the user's PC. Both mobile and *"smart clients"* are offline. Smart clients can be deployed and updated in real-time over the network from a centralized server. *"Smart clients"* support multiple platforms and programming languages because they are built on web services and can run on virtually any device with an Internet connection. Services must be secure everywhere in the cloud and access to the cloud via Internet devices must be secured to ensure data integrity, reliable backups, authentication, and protection from cybernetics attacks.

- *Location independent resource pooling*: Provider computing resources are pooled to serve all users using a multi-user model, with different physical and virtual resources dynamically assigned and reassigned according to user requirements. No control or knowledge of the exact location of the resources provided is required.

– Technical characteristics of CC and CT. Specifications are the basis for supporting other requirements (practical and financial). The technical specifications and their explanations are:

– Virtualization applies to a hardware platform, operating system, network resources, etc. For example, “PC-virtualization” provides a simulation of the user experience of using applications, accessing online resources, communicating with other users, when they can interact with several different platforms, many of which are remotely accessible.

– Multi-tenant leasing allows resources and costs to be shared among multiple users on different platforms.

– Safety is a big problem for the adoption of CC. To attract potential customers, CC and CT providers must provide sufficient security to protect customers’ personal data, communications, and application use. CC and CT providers need to share data for different customers, and they need to provide effective replication and recovery mechanisms to ensure reliable disaster recovery.

– Programming environment is important for CC and CT providers to be able to replicate many storage and application functions across different computing platforms to use functions of CT. Much of this capability was developed during the early days of distributed computing.

Qualitative characteristics of CC and CT refer to the qualities or properties of the CC. One quality characteristic can be implemented in several ways, depending on different suppliers (Magoulès, Pan, and Teng, 2013).

Elasticity – Providing services in flexible and adaptable ways that are sufficient for users to request service in near real-time without having to develop new capabilities and resources during peak loads.

Availability – the ability to meet specific customer requirements for CC and CT services.

Reliability is the ability to ensure that the system is always working without failures. Reliability is a special requirement for quality of service aimed at preventing loss and reliable recovery from system errors and failures.

Flexibility is a fundamental requirement for CC and CT. CC and CT suppliers should be able to quickly respond to changes in demand for resources and environmental conditions. Flexibility implies that both parties work together to provide opportunities for self-government.

Economic characteristics of CC and CT distinguish CC and CT from other paradigms of ICT use in science, education and business. Service offerings are not limited to just a technology perspective but extend to a broader understanding of business needs.

Pay-as-you-go is the main method of the CC and CT business model, which means that users must pay in accordance with the actual consumption of resources (including information) and services. The use of CC and CT reduces the cost of maintaining and acquiring infrastructure, therefore, can help enterprises by shortening time to market and accelerating return on investment.

Operating expenses. The CC and CT infrastructure is typically provided by a third party and does not need to be purchased for infrequent computing tasks. The adapta-

tion of existing operational processes to CC and CT should be compensated for by the cost of implementing CC-solutions.

Energy efficiency is due to the ability of CC and CT services to reduce resource consumption. PCs are centrally controlled, so energy costs are easier to control. Environmental issues of CT depend on the software stack and the hardware layer, where a software stack is a group of programs that work together to achieve a result or common goal.

Deployment models of CC. CCs are developed taking into account computer skills; for which deployment models were proposed, depending on the corporate location and volume of calls. CT can be deployed in different ways, depending on the intended use and the type of approach to CC and CT services providing. Deployment models can be classified as follows: *public/external cloud*, *private/internal cloud*, *hybrid cloud* and *communal cloud* (<http://pro-spo.ru/cloud-technology/3208-modeli-i-strukturny-oblachnyx-texnologii>).

Public/External Cloud Model. *Public cloud* is a typical example of CC, where the service provider makes resources such as applications and storage available over the Internet. Microsoft Azure is an example of a public cloud Public/External Cloud describes CC in a conventional sense. This cloud is open to everyone and is owned and operated by a cloud provider.

Public Cloud is a general public cloud. Examples of Public/External Cloud services are Apple iCloud, Microsoft Office 365, specialized services such as “DropBox” (file sharing), Instagram and other “social media”. What these services have in common is that they are accessible from any web browser or app for smartphone from anywhere in the world, but may charge fees for storing data and or accessing paid services.

Private/Internal Cloud Model. This cloud defines a service that distributes access to network information resources to a controlled number of users, with mandatory authentication of remote users. Businesses prefer to use *Private Cloud* because of the need to maintain precise control over their data in order to take full advantage of the scalability, dimension and flexibility of *Private Cloud* without reducing management, security and usage costs.

Reasons why an organization may adopt a *Private Cloud* deployment model: the need to increase and strengthen the exploitation of existing internal resources; user concerns about the security and privacy of their data; the desire of organizations to control actions to “manage” only for authenticated devices and users.

Hybrid Cloud Model. A *hybrid cloud* uses a combination of public cloud, private cloud and even on-premises infrastructure, which is typical for most IT-enterprises (Magoulès, Pan and Teng, 2013; Khan, 2015). This deployment model provides portability of data and applications (software, software products).

The purpose of the *Hybrid Cloud* is to enable users to quickly switch from *Private Cloud* to *Public Cloud* when there is a lack of *Private Cloud* volume for additional resources when solving their tasks (for example, when performing their business operations). *Hybrid Cloud* can facilitate remote work of staff, access to which should be limited due to security reasons. A hybrid deployment model may only be suitable for

enterprises using legacy systems and technologies, as the benefits of CC and CT are then diminished.

The model of the cloud community assumes the sharing of resources among multiple organizations with common problems. Within the community model, firms may have security and strategy concerns that meet the requirements of the “community”.

Service models of CC and CT. CC and CT imply the distribution of modified computer services over the Internet. CTs allow interaction with clients (users or applications) using a client-server approach or peer-to-peer network services (Jamsa, 2015). Service models can be classified through a web-interface or custom-interfaces as follows: *Software-as-a-Service* (SaaS); *Platform-as-a-Service* (PaaS); *Hardware-as-a-Service* (HaaS); *Development/Database/Desktop-as-a-Service* (DaaS); *Infrastructure-as-a-Service* (IaaS); *Business-as-a-Service* (BaaS); *Framework-as-a-Service* (FaaS); *Organization-as-a-service* (OaaS) (<http://pro-spo.ru/cloud-technology/3208-modeli-i-strukturny-oblachnyx-texnologij>; Khan, 2015).

SaaS model offers a cloud-based on-demand software foundation that is web content that customers can access through a web browser. The software can be accessed in any of the cloud deployment models. Users do not need to install and run these applications on PC. These applications can be used anytime from anywhere in the world. SaaS provides applications as fully or partially isolated services similar to desktop, stand-alone applications that users are already familiar with. These applications can be in the form of web applications in combination with non-uninstalled applications, such as Internet storage or connections to other system communication resources. SaaS is a multi-tenant platform that allows users to access software applications hosted by cloud providers.

The advantages of SaaS services are ease of incorporation into business operations, familiarity, low cost, and scalability. Besides, maintenance and upgrade overheads are primarily borne by the CC supplier and not by the user. *The disadvantages of SaaS* include security issues, as well as lack of compatibility of cloud applications with legacy software that can be expensive to update or replace.

A common SaaS example is a Web E-mail service such as Gmail, Outlook, or Yahoo Mail. OneDrive, Dropbox, Google Docs or Microsoft Online, online-Office are also SaaS and are free. The software that companies lease for online business management is SaaS.

PaaS model offers underlying hardware and operating system technologies, including virtual servers, file systems, database management systems, developer tools, and networking for CC and CT users to install their own custom applications. PaaS reduces the need for customers to invest in and maintain their own servers, storage devices, software development environments, and network management utilities. In PaaS, instead of planning and spending on regular system updates, developers focus on their own line of business applications.

PaaS, running through an OV vendor platform, distributes resources such as Linux, Apache, MySQL, and PHP to users. This simplifies distribution; maintenance and version control of applications with less cost and complexity than buying and maintaining your own hardware or software resources.

PaaS supports concurrent use of applications by offering administration, scalability, and security, so there is no need to manage or control the underlying cloud substructures for deployment and configurations of the hosting environment. Examples of *PaaS* include, for example, the Cisco toolkits (WebEx connect), Amazon Web Services, Google, Windows Azure, and the Apple SDK (Josyula, Orr and Page, 2012).

IaaS model is an on-demand virtualization service for users subscribing to CC and CT services. The idea behind *IaaS* is a *HaaS* transformation to advance the approach to using IT-subframes as a service to end-users. The fundamental design of *IaaS* is to create a flexible environment that allows customers to accomplish multiple tasks. In *IaaS*, developers must install their own operating systems, database management systems, and any specialized software required to perform tasks in their own operating environment.

IaaS provides computing and storage resources, including network resources, to run various types of software specific to CC and CT user needs. With *IaaS*, users do not have to control or build IT infrastructures, they can control operating systems and their deployed applications. Using modern versions of technology on a paid or subscription basis is a key benefit of *IaaS*. *IaaS* vendors include Cisco, HP, IBM, Dell, VMware, Red Hat, and Microsoft (Josyula, Orr and Page, 2012).

Vultr or DigitalOcean are typical services for *IaaS* (<https://www.quora.com/Is-Vultr-better-than-DigitalOcean>). After selecting the server and operating system, and then installing the latter, you should select and install other necessary software for the user's application. For example, for a website, you need to install software related to the Web Server.

Table 1 shows a comparison of different approaches to organizing IT infrastructure based on *IaaS*, *PaaS*, *SaaS* when the infrastructure can be managed by a user (enterprise, firm) or a CC provider (provider).

Table 1

Comparison of approaches to organizing IT-infrastructure

| | Own IT-infrastructure | IaaS | PaaS | SaaS |
|-------------------------|-----------------------|------|------|------|
| Applications | + | + | + | - |
| Data | + | + | + | - |
| Runtime environment | + | + | - | - |
| Operating system | + | + | - | - |
| Visualization platforms | + | - | - | - |
| Servers | + | - | - | - |
| Storage systems | + | - | - | - |
| Network hardware | + | - | - | - |

Main reasons to use CC and CT

The world is undergoing a digital and mobile revolution associated with large amounts of data and fast access across an ever-increasing number of media. Users of modern IT-technologies (including CT) have switched to social networks and mobile applications, expecting that they will not only improve the comfort of their informa-

tion space but also allow them to work using other, more convenient methods. Many users have come to trust modern technology with their core connotation (Berman, Marshall and Srivathsa, 2012).

Let's consider the main reasons for the distribution among users of different categories (enterprises, firms, end-users): flexibility of cost (costs); masked complexity; variability due to context; ease of use; communication and consolidation of objects; labour optimization; backup and recovery; fast deployment and increased flexibility; guaranteed level of service; stability; development and testing of applications (software); big data analytics.

Flexibility of costs. This is the main reason for the introduction of CC and CT by many companies. CC and CT allow reducing IT and software costs by moving to costs on a pay-as-you-go basis (Berman, Marshall and Srivathsa, 2012). By allowing movement from capital expenditure to operating expenditure, or from fixed to variable expenditure, CCs help to reduce the company's fixed IT-costs. With the use of CC and CT, there is no longer the need to invest in specialized hardware and software or pay frequent fees for software updates.

Users using CC and CT must pay only for what they use, and or if they may need to increase the use of a particular resource (specialized equipment, software or information storage of data). This approach provides cost flexibility and eliminates the need for upfront capital expenditures.

Masked complexity. CCs not only provide business scalability and adaptability to the market but also offer the benefits of masking complexity. CC and CT allow users to hide some of the technical complexity of their operations from end-users. The use of CC and CT requires from end-users a narrower range of so-called digital competencies (skills, abilities and knowledge) that they need for productive use in solving specific business problems using new IT (including when solving problems of processing, storage and protection data). The use of CC and CT also reduces the cost of training new employees who may need rather specific IT-skills (setting up user accounts, maintaining a reliable and reliable data store, ensuring optimal network uptime, etc.).

Computational complexity is "masked" from customers, allowing businesses to increase the complexity of their services and products without increasing the cost of training end-users, purchasing management, maintenance, and control hardware, or building the required technical infrastructure. Software upgrades and maintenance can be done in the background without customer involvement.

It should be noted that for enterprises whose main activities require extensive interaction (B2B or B2C) with customers, "masking complexity" requires separating the business support of the product/service from the support of IT-services since the latter are usually located elsewhere – at the supplier CC and CT services. If user requirements involve a combination of specific product/service support with IT support, this separation can degrade the quality of support provided. The customer experience level for many businesses can be an important differentiator in the marketplace.

Context-Driven Variability is one of the driving forces behind CC because of the increased computing power and capacity that vary with the requirements of each business user. Users want to store their business data (for business in the socio-cultural

realm, it is mainly media data) based on their own operational requirements. CC and CT services offer users storage facilities for their operational requirements, allowing them to develop (manufacture, customize, adapt, modify) products or services.

Contextual variability is an important attribute of the cloud. CC and CT services should be able to tailor services to the specific requirements of business subscribers (business customers, consumers). In reality, this can be an illusion (particularly for small businesses). Large CC and CT-service providers (Microsoft, Apple, Google) generally offer unified rather than customized services.

The business user must adapt their business processes to make the most of common offerings such as iCloud, MS Office 365, Google Plus (Carrie, 2019). Use of CC and CT services should provide for more user-centred participation and fragmented consumer addresses for companies that use CC and CT services by subscription (Berman, Marshall and Srivathsa, 2012). In fact, “contextual variability” is rare for businesses subscribing to shared CC and CT services.

Usability, communication and consolidation of objects. It is believed that the ability to connect to information resources and modern software is one of the factors contributing to business development. This capability is a key benefit of the CC and CT offerings. CCs simplify external relationships with partners and customers, which can lead to increased efficiency and increased novelty. CC and CT provide users with easy web access to communication and collaboration tools (e-mail, calendar). Messaging, voice, or video applications such as Skype also benefit from the use of CC and CT. Messages and information are posted on the service provider’s network, not on the user’s personal device.

The underlying assumption is that if enough businesses and customers subscribe to the same CC (CT) service, communications and interactions can be simplified and enhanced. This assumption is questionable, since the integration of suppliers, enterprises and customers into a “single” CC and CT ecosystem requires much more than the CC and CT services currently provided. This raises, for example, the question of what incentive should be for the CT-service provider to change its way of interacting with the business so that the latter can adapt to the services provided by the RH and CT-provider.

CC and CT services offer consolidation tools. This may seem attractive to many companies because of the savings that come from working with their data assets. It should be noted that resources such as information storage, computing power, memory bandwidth, and network can be combined in the cloud because it is cheaper than the localized provision of at least one type of these resources.

Data warehouse consolidation, ease of access to shared data from anywhere, reliability of recovery from data loss – all these can be the driving force for the adoption of CC or CT services. Convenience is one of the biggest advantages of using CC and CT for consumers. Apps and data are stored in the cloud, not on a PC or mobile device. This gives you the freedom to access applications and data from multiple devices connected to the Internet. Since the maintenance is automatic, you can spend less time managing. No need to worry about installing software updates – it happens in the cloud.

CC deployment does not require as much preparation, software development, or maintenance as conventional infrastructure. Enterprises can better use the valuable experience in the field of ICT, redirecting the workforce from the routine operations of operating and maintaining software to more important tasks. Each firm expects to be able to save on labour. By adopting and leveraging CC services, businesses can save money by lowering labour costs by using their IT staff to meet specific requirements, rather than using them for general IT-related tasks within the business.

Backup and recovery. By backing up and restoring to cloud services, the enterprise can avoid capital investment in infrastructure and management. Instead, the CC and CT provider is responsible for data management and compliance with regulatory and legal requirements. CC and CT provide great flexibility as they accommodate unpredictable storage and archiving requirements. CC and CT provider can accelerate recovery because enterprise resources are located across the entire network of physical locations rather than in a single local data centre.

Rapid deployment and increased flexibility. In the cloud, there is no longer any software installation or system configuration required, which provides tremendous benefits to consumers as most consumers do not efficiently configure hardware and install software for their system. CC offers very fast deployment options for users. CCs have different deployment models and services, which gives the firm the ability to choose its specific model and service, or a combination of both. This service is one of the key incentives for CCs because it ensures that implementations can be fully linked to industry requirements and ICT-policies.

Guaranteed service level and sustainability. CCs can guarantee and offer a better level of service than other ICT groups with limited resources. With the right mix of cloud models, a firm can ensure the sustainability of existing CCs.

CCs offer automated recovery or disaster recovery tools that are easily accessible to consumers through their consolidated resources. This is another incentive to use CC and CT, as some firms use their internal cloud model as a resilient public cloud to increase flexibility.

Software Development and Big Data Analytics. The cloud can provide an environment that can help save software developer money and accelerate time-to-market for applications. Instead of securing assets and spending valuable IT-project time and resources setting up a physical environment, software teams can quickly set up and dismantle a test and development environment in the cloud, scaling those development and test environments as needed.

Thanks to CC, data can be analyzed to find patterns and information, make predictions, improve them and make a variety of business decisions. For enterprises in the socio-cultural sphere, data is media data, their processing and analysis is an important part of the activities of these enterprises. CC and CT vendors can provide the user with higher processing power and advanced tools to obtain huge amounts of data, as well as the ability to quickly scale the environment as the volume increases.

Cloud computing: key challenges. While there are important incentives for the introduction of CC and CT, there are still some noteworthy issues. Security is a major concern in implementing CCs due to concerns about data security on the Internet.

Security and privacy. The CC approach introduces a new delivery model for IT solutions which does not provide a high enough level of data security for enterprises. The CC's ability to adequately comply with confidentiality rules has often been questioned. Thus, firms face many different challenges to protect the privacy of individuals. Safety is one of the problems of using CC and CT. There are also such problems as temporary loss of service (outages); ability to change suppliers of CC and CT; reliability.

Reliability. Today, applications in large companies are so extensive that they should be reliable and accessible to anyone who needs them. When it comes to system failure, the recovery plan should start with minimal disruption and additional cost. Large enterprises can invest in system recovery systems that mitigate the impact of a disaster, while small businesses generally do not have these resources. It is important to track the reliability history to inform users of the need to monitor the reliability of systems in order to stimulate widespread adoption of CC.

Open access and communication. The implementation of CC depends on the availability of high-speed access to everyone and open access to computing resources, similar to the availability of water and electricity.

However, in real life, connectivity and open access to CCs are lacking worldwide. Therefore, the lack of open access and connectivity must be viewed by users (businesses, organizations, end-users) within their own business context. The users of CC and CT and their suppliers are faced with the question of the presence/absence of sufficient communication and access to the provided information resources.

Possibility of interaction. In the process of implementing an CC, it is extremely important to ensure the appropriate level of interoperability between private and public clouds. A large number of companies have made significant strides in standardizing their processes, data and systems through the implementation of ERP (<https://www.clouderp.ru/tags/erp>).

Standardization requires an extensible infrastructure, resulting in a fully integrated inter-instance interoperability. *SaaS* applications delivered over the cloud enable rapid deployment with low capital. Cross-platform communication can be an important factor for large enterprises that support different IT-platforms and different means of accessing online resources.

Depending on the application, it is important to integrate with traditional applications hosted in a separate cloud or on-premises technologies. Standards can facilitate or hinder interoperability in that existing ("legal") systems may or may not hinder the transition to cloud applications. The key lies in data integration and cross-platform compatibility.

Optimization of data storage in CT. The volume of media data stored (circulating) on the Internet in our time is quite large, if not huge. We will determine the optimal mechanism for storing data (multimedia) in cloud services and describe the methodology for storing and managing this data. There are a fairly large number of cloud services for working with data, but choosing a service that is most convenient and efficient (both from a technical and financial point of view) is very important.

Microsoft Azure (<https://azure.microsoft.com/en-in/services/cloud-services>) is CC provider (service) designed to build, test, deploy and manage applications and ser-

vices across data centres managed by Microsoft. Microsoft Azure provides SaaS, PaaS and IaaS; support for various programming languages; Support for various tools and environments, including software from Microsoft and other manufacturers.

Azure Storage is a service that provides cloud storage that is readily available, secure, durable, scalable, and redundant. Azure storage includes Azure Blobs, Azure Gen2, Azure Files, Azure Queues, and Azure Tables. For working with media, the most suitable storage is Azure Blobs (https://itnext.io/microsoft-azure-blob-storage-pros-cons-and-how-to-use-it-with-javascript-ca5aaf5d5ff_d?gi=dcaa18c712ce) and Azure Files (<https://azure.microsoft.com/en-in/services/cloud-services>).

Azure Blobs. This Azure Blobs storage is Microsoft's solution for storing objects and massive amounts of unstructured data (data that doesn't fit a particular model) in the cloud. There are four tiers of Azure Blobs storage for scaling: Hot, Cold, Archive, and Premium. Reliable and cost-effective cloud storage for all unstructured data. This is a pay-per-use solution and is less expensive than various local storage options. The user can choose one of four storage levels depending on how often he accesses the data. High-performance data is best stored at the premium tier, frequently accessed data in the hot tier infrequently accessed data in the cold tier and infrequently accessed data in the Archive tier.

Azure Blobs storage is intended for: serving images or documents directly in the browser; file storage for distributed access; backup, recovery, archiving; analysis by an on-premises or Azure service; support for streaming video and audio; records to log files; the advantages of Azure Blobs storage are: excellent documentation; good price for storage; high reliability and availability; low price for free download; various storage options; the ability to use for any data, security; scalability.

The benefits of Azure Blobs are also: strict consistency (when an object changes, all data is checked, which provides an unprecedented level of consistency, so you always have the most current version of the data); object mutability (flexible enough to make changes in place, which can quickly improve application performance and reduce bandwidth use); the presence of several types of blobs (block, page and additional objects provide the maximum opportunity to optimize storage according to your needs); easy management of geo-redundancy (automatic configuration of geo-replication parameters in a single menu allows you to easily provide both expanded global access and local access, as well as achieve business continuity). The disadvantages of Azure Blobs are: You need to purchase a dedicated plan to get developer support from Microsoft. Multiple storage options make it difficult to choose the most optimal one.

Azure Files offers fully managed file shares in the cloud that are accessible over SMB ([https://ru.bmstu.wiki/SMB_\(Server_Message_Block\)](https://ru.bmstu.wiki/SMB_(Server_Message_Block))). Azure File Shares can be mounted concurrently on cloud or on-premises Windows, Linux, and macOS systems. Also, Azure Shared Folders can be cached on Windows servers using Azure File Sync for quick access to where the data is being used. The main use cases for Azure Files are: replacing or supplementing local file servers; Lift and Shift applications; simplification of cloud development; general application settings.

The advantages of Azure Files are multiple file servers in multiple locations; automatic file management depending on the usability of the files; general access; fully

managed service; fault tolerance. The *disadvantages* of Azure Files are the need for significant management effort; the need for a large amount of knowledge to maintain and use it properly; multiple storage options make it difficult to choose the most optimal one.

Azure disks. Azure Managed Disk is a virtual hard disk (VHD). Azure disks are called managed disk because they are an abstraction over page blobs, blob containers, and Azure storage accounts. In the case of Azure disks, all the developer has to do is prepare the disk and Azure takes care of the rest. The *benefits* of Azure disks are Azure Storage encryption; management of encryption keys by Microsoft; high speed of work thanks to the use of an SSD-disk; file caching. The *disadvantages* of Azure disks are: it provides many settings and features that can be disabled; high price; multiple storage options make it difficult to choose the most optimal one.

Making decisions on storing media data in CT. Based on the above advantages and disadvantages, Azure Blobs is the most convenient media storage service because it offers many benefits, can handle any file type, and is well priced. The approach to storing and using media can vary greatly depending on data availability requirements, usability, etc.

Storing media in the cloud for Azure Blobs involves doing the following:

1. Create an Azure storage account.
2. Creating Blob Storage and getting a key to it.
3. Loading data with a unique identifier.

Azure Blob Storage provides a simple API to work with, but for efficient storage of multimedia data, the developer must use additional methods, which include, in particular, data archiving; data encoding; data encryption; data caching.

To optimize the storage of media data, the developer should consider the usability of the data. Thus, if the data that needs to be stored is not frequently used, then it can be archived before being stored. If the quality of the media is not so important, the quality of this data can be changed to a lower one. Also, this data can be saved in a different format, so it will be smaller in size. The mechanism described above can be mixed for best performance but is unlikely to be related to storage requirements.

Conclusions. The paper considered various aspects related to CC and CT, including various advantages and disadvantages. CC and CT can offer numerous benefits to various stakeholders. However, CC and CT also have some problems. It is noteworthy that by supporting the CC and CT deployment and maintenance models, problems can be either minimized or eliminated since the dynamic characteristics of CC and CT can always support users.

As part of the work, several Azure cloud services were identified, which provide the ability to cloud data storage. These services were described by their use cases, advantages and disadvantages. Key features for optimizing storage were also mentioned, which hardly depends on storage requirements.

REFERENCES

- Azure Blob Storage Pros and Cons*. [online] Available at: <https://itnext.io/microsoft-azure-blob-storage-pros-cons-and-how-to-use-it-with-javascript-ca5aaf5d5ff_d?gi=dcaa18c712ce /> [Accessed 5 October 2020].
- Azure cloud services*. [online] Available at: <<https://azure.microsoft.com/en-in/services/cloud-services>> [Accessed 7 October 2020].
- Berman, S., Marshall, A. and Srivathsa, R., 2012. *The power of cloud-Driving business model innovation*. IBM Institute for Business Value.
- Buyya, R., Broberg, J. and Goscinski, M.A., 2011. *Cloud Computing: Principles and Paradigms*. New Jersey: John Wiley and Sons.
- Carrie, M., 2019. *How to use Dropbox, OneDrive, Google Drive or iCloud as your main storage*. [online] 12 February. Available at: <<https://www.techradar.com/how-to/how-to-use-dropbox-onedrive-google-drive-or-icloud-as-your-main-storage>> [Accessed 9 October 2020].
- Что такое ERP? Системы управления ресурсами предприятія* [Chto takoe ERP? Sistemy upravlenija resursami predpriyatija]. [online] Available at: <<https://www.clouderp.ru/tags/erp/>> [Accessed 7 October 2020].
- Is Vultr better than DigitalOcean?* [online] Available at: <<https://www.quora.com/Is-Vultr-better-than-DigitalOcean>> [Accessed 9 October 2020].
- Jamsa, K., 2015. *Cloud Computing SaaS, PaaS, IaaS. Virtualization. Business Models. Mobile. Security*. Jones: Bartlett Learning.
- Josyula, V., Orr M. and Page, G., 2012. *Cloud Computing Automating the Virtualized Data Center*. Unite States of America: Cisco Press.
- Khan, I., 2015. Why Business (SMEs) Should Adopt Cloud Computing. Business Information Technology. *Oulu University of Applied Sciences*. [online] Available at: <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/101464/Khan_Imran.pdf?sequence=1> [Accessed 9 October 2020].
- Kosjakov, M.S., 2014. *Vvedenie v raspredelennye vychislenija* [Introduction to distributed computing]. St. Petersburg: NIU ITMO.
- Low, C., Chen, Y. and Wu, M., 2011. Understanding the determinants of cloud computing adoption. *Industrial Management & Data Systems*, 111(7).
- Magoulès, F., Pan, J. and Teng, F., 2013. *Cloud Computing Data-Intensive Computing and Scheduling*. Great Britain: CRC Press, Taylor & Francis Group, pp.1-17.
- Marston, S., Li, Z., Bandyopadhyay, S., Zhang, J. and Ghalsasi, A., 2011. Cloud computing: The business perspective. *Decision Support Systems*, 51(1), pp.176-189.
- Misra, S. and Mondal, A., 2010. Identification of a company's suitability for the adoption of cloud computing and modelling its corresponding return on investment. *Mathematical and Computer Modelling*, 53, pp.504-521.
- Mnogoterminalnye sistemy – proobraz seti* [Multi-terminal systems – the prototype of the network], 2009. [online] 29 September. Available at <<http://csaa.ru/mnogoterminalnye-sistemy-proobraz-seti-2/>> [Accessed 11 October 2020].
- Modeli i struktury oblachnyh tehnologij* [Models and structures of cloud technologies]. [online] Available at: <<http://pro-spo.ru/cloud-technology/3208-modeli-i-struktury-oblachnyx-tekhnologij>> [Accessed 11 October 2020].
- Opredelenie oblachnyh vychislenij* [Definition of cloud computing]. [online] Available at: <<https://www.hpe.com/ru/ru/what-is/cloud-computing.html>> [Accessed 11 October 2020].

- Plummer, D., Cearley, D. and Smith, D., 2008. *Cloud computing confusion leads to opportunity. Technical Report G00159034*. Gartner Research.
- Raj, P., 2013. *Cloud Enterprise Architecture*. Great Britain: CRC Press Taylor & Francis Group. *SMB (Server Message Block)*. [online] Available at: <[https://ru.bmstu.wiki/SMB_\(Server_Message_Block\)](https://ru.bmstu.wiki/SMB_(Server_Message_Block))> [Accessed 5 October 2020].
- Tkachenko, V., 2014. Oblachnye vychislenija [Cloud computing]. *Oblachnye vychislenija i servisy na baze oblachnyh vychislenij*. [online] Available at: <<https://www.lessons-tva.info/archive/nov031.html>> [Accessed 11 October 2020].

УДК 004.085.8

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 Олександр,

кандидат фізико-математичних наук,
доцент кафедри інженерії програмного забезпечення,
Національний авіаційний університет,
Київ, Україна
aatokg@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-6911-2770>

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>

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ХМАРНИХ ОБЧИСЛЕНЬ І ТЕХНОЛОГІЙ В ОПТИМІЗАЦІЇ ЗБЕРЕЖЕННЯ ДАНИХ

Мета статті – дослідити та розглянути загальні тенденції, проблеми та перспективи використання хмарних обчислень і технологій в обробці даних, зокрема оптимізації їх збереження.

Методи дослідження – методи семантичного аналізу основних понять розглянутої предметної сфери (хмарні обчислення та хмарні технології). У статті досліджено підходи до збереження даних (у тому числі й мультимедіа) у сучасних системах, які підтримують хмарні обчислення та технології.

Новизна дослідження – аналіз використання хмарних обчислень і технологій для оптимізації зберігання даних.

Висновки. У статті розглянуто різні аспекти, пов'язані з хмарними обчисленнями та хмарними технологіями, включаючи різні переваги та недоліки. Хмарні обчислення та хмарні технології можуть мати численні переваги для різних зацікавлених сторін. Хмарні обчислення та хмарні технології мають деякі проблеми. Слід вказати, що завдяки підтримці моделей розгортання й обслуговування хмарних обчислень і хмарних технологій проблеми можуть бути мінімізовані або усунені, оскільки динамічні характеристики хмарних обчислень та хмарних технологій завжди можуть підтримувати користувачів.

Ключові слова: хмарні обчислення; хмарні технології; моделі розгортання; сервісні моделі; дані; медіадані; сховище Azure.

УДК 004.085.8

Ткаченко Ольга,

*кандидат фізико-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 Александр,

*кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры инженерии программного обеспечения,
Национальный авиационный университет,
Киев, Украина
aatokg@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-6911-2770>*

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>*

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ И ТЕХНОЛОГИЙ В ОПТИМИЗАЦИИ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ

Цель статьи – исследовать и рассмотреть общие тенденции, проблемы и перспективы использования облачных вычислений и технологий обработки данных, в том числе оптимизации их хранения.

Методы исследования – это методы семантического анализа основных понятий рассматриваемой предметной области (облачные вычисления и облачные технологии).

В статье рассматриваются подходы к сохранению данных (в том числе и мультимедиа) в современных системах, поддерживающих облачные вычисления и технологии.

Новизна исследования – анализ использования облачных вычислений и технологий для оптимизации хранения данных.

Выводы. В статье рассмотрены различные аспекты, связанные с облачными вычислениями и облачными технологиями, включая различные преимущества и недостатки. Облачные вычисления и облачные технологии могут иметь многочисленные преимущества для различных заинтересованных сторон. Облачные вычисления и облачные технологии имеют некоторые проблемы. Следует указать, что благодаря поддержке моделей развертывания и обслуживания облачных вычислений и облачных технологий проблемы могут быть минимизированы или устранены, поскольку динамические характеристики облачных вычислений и облачных технологий всегда могут поддерживать пользователей.

Ключевые слова: облачные вычисления; облачные технологии; модели развертывания; сервисные модели; данные; медиаданные; хранилище Azure.

16.10.2020

Наукове видання

**ЦИФРОВА ПЛАТФОРМА:
ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В СОЦІОКУЛЬТУРНІЙ СФЕРІ**

Науковий журнал

Том 3 № 2

Засновник і видавець –
Київський національний університет культури і мистецтв

Виходить із 2018 р.

Редагування та коректура

Ірина Богуш

Редактор англomовних текстів

Наталія Сарновська

Бібліографічне редагування

Алла Чернявська

Дизайн обкладинки

Євгеній Дорошенко

Технічне редагування

В'ячеслав Лук'яненко

Комп'ютерна верстка

Олена Щербина

Scientific publication

**DIGITAL PLATFORM:
INFORMATION TECHNOLOGIES IN SOCIOCULTURAL SPHERE**

Scientific Journal

Volume 3 No 2

The founder and publisher –
Kyiv National University of Culture and Arts

Founded in 2018

Literary editor
Iryna Bogush

English text editor
Nataliia Sarnovska

Bibliographic editor
Alla Cherniavska

Cover design
Yevhenii Doroshenko

Technical editing
Viacheslav Lukianenko

Computer layout
Olena Shcherbyna

Научное издание

**ЦИФРОВАЯ ПЛАТФОРМА:
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОЦИОКУЛЬТУРНОЙ СФЕРЕ**

Научный журнал

Том 3 № 2

Основатель и издатель –
Киевский национальный университет культуры и искусств

Выходит с 2018

Редактирование и корректура
Ирина Богуш

Редактор англоязычных текстов
Наталья Сарновская

Библиографическое редактирование
Алла Чернявская

Дизайн обложки
Евгений Дорошенко

Техническое редактирование
Вячеслав Лукьяненко

Компьютерная верстка
Елена Щербина

Підписано до друку 24.12.2020. Формат 70x100 ¹/₁₆
Друк офсетний. Папір офсетний. Гарнітура Calibri.
Ум. друк. арк. 9,26. Обл.-вид. арк. 8,32.
Наклад 300 прим. Зам. № 4543

Віддруковано з оригінал-макета на видавничо-поліграфічній базі КНУКіМ
м. Київ, вул. Чигоріна, 14

Свідоцтво про внесення суб'єкта до державного реєстру видавців,
виготовників, розповсюджувачів видавничої продукції
серія ДК № 4776 від 09.10.2014