

Міністерство освіти та науки України
Черкаський державний технологічний університет

Міністерство освіти та науки України
Черкаський державний технологічний університет

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

Заспа Григорій Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 004.02:378
(індекс)

ДИСЕРТАЦІЯ

Концентрична інформаційна технологія організації цифрової трансформації
освітньої діяльності закладів вищої освіти

(назва дисертації)

05.13.06 інформаційні технології

(шифр і назва спеціальності)

(галузь знань)

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Г.О.Заспа

(підпис, ініціали та прізвище здобувача)

Науковий керівник (консультант) Тесля Юрій Миколайович, д.т.н., професор

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Черкаси - 2021

АНОТАЦІЯ

Засна Г.О. Концентрична інформаційна технологія організації цифрової трансформації освітньої діяльності закладів вищої освіти. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 «Інформаційні технології». – Черкаський державний технологічний університет, Черкаси, 2021.

У дисертації вирішено актуальну наукову задачу, яка полягає в розробці методів і моделей цифровізації закладів вищої освіти на основі об'єднання всіх функцій, процедур і інформаційних баз в єдину концентричну інформаційну технологію цифрової трансформації освітньої діяльності ЗВО.

Досліджено історію та тенденції впровадження принципів цифрової трансформації в Україні та світі. Відзначено, що в останні роки цифрова трансформація в Україні з'явилась серед пріоритетів державної політики, свідченням чого стало створення Міністерства цифрової трансформації.

Аналіз впровадження інформаційних систем на підприємствах та організаціях показав, що воно зазвичай відбувається поступово і фрагментарно, внаслідок чого типова схема інформатизації – це наявність декількох чи навіть багатьох систем, що розроблялись в різний час, на різних платформах у відповідності з різним розумінням предметної галузі. Тобто, існують окремі технологічні «острівці», часто не пов'язані між собою, в яких може бути багато дублювання даних та дублювання процедур роботи з даними. При існуванні на підприємстві чи в установі кількох окремих інформаційних систем або при придбанні сторонньої системи постає питання інтеграції цих систем, яка є витратною частиною розробки та впровадження ІС, часто більш витратна, ніж придбання самої системи.

Досліджено питання цифровізації освіти. Відзначено, що цифровізація є обов'язковою і пріоритетною частиною реформування освітньої галузі і в останнє десятиліття все більше фокус інформатизації зміщується від питань автоматизації до трансформаційної парадигми. Але ситуація зі впровадженням

ІС в ЗВО України є схожою з загальною тим, що зазвичай в одному закладі використовується багато різних інформаційних систем, що автоматизують окремі ділянки чи процеси, часто не включаючи в себе інтерфейси обміну даними і, відповідно, потребують значних зусиль для їх інтеграції. Ефективність такого підходу є недостатньою, бракує єдиного системного підходу до управління університетом. Існуючі дослідження в галузі цифрової трансформації ЗВО вказують на важливість системотехнічного підходу.

Із цих міркувань сформульовано мету дисертаційної роботи: підвищити ефективність освітньої діяльності ЗВО за рахунок створення та використання концентричної інформаційної технології цифрової трансформації освітньої діяльності ЗВО, яка буде інтегрувати всі інформаційні бази, методи та засоби вирішення функціональних задач закладу вищої освіти в єдиний цифровий простір.

Розроблено концепцію концентричної інформаційної технології цифрової трансформації ЗВО, яка включає п'ятишарову структуру цієї технології, понятійний апарат та принципи її побудови, технологічну класифікацію наповнення цифрового простору, що створює науково-методичний базис для побудови моделей і методів концентричної інформаційної технології цифрової трансформації закладів вищої освіти. Дано визначення таких понять, як цифрова трансформація ЗВО, інформаційна технологія цифрової трансформації, цифровий простір, інформаційний простір ЗВО, цифровий об'єкт, проєкт розвитку ЗВО, проєкт цифрової трансформації ЗВО, програма цифрової трансформації ЗВО тощо. Дано опис програми цифрової трансформації як проєктів цифрової трансформації, спрямованих на реалізацію одного цілісного завдання – цифровізації всіх сторін діяльності ЗВО. Дано технологічну класифікацію наповнення цифрового простору закладів вищої освіти. Цифровий простір розділяється на забезпечуючий та функціональний компоненти цифрового простору закладу вищої освіти. В свою чергу у функціональному компоненті цифрового простору ЗВО виділяються наступні технологічні системи: нормативно-довідкова інформація, функціональні

інформаційні бази, інформаційна технологія вирішення функціональних задач ЗВО, інформаційна технологія управління інформацією ЗВО та інформаційна технологія забезпечення діяльності закладів вищої освіти.

Розроблено концентричну модель інформаційної технології цифрової трансформації ЗВО, яка дозволяє інтегрувати методи і засоби управління інформацією задля створення єдиного цифрового простору освітньої діяльності ЗВО. В рамках неї описано взаємозв'язок процедур і об'єктів цифрового простору ЗВО, а також модель вибору процедур управління інформацією ЗВО та модель вибору процедур забезпечення діяльності ЗВО. Описано принципи створення концентричної інформаційної технології цифрової трансформації закладів вищої освіти.

Для створення засобів концентричної інформаційної технології цифрової трансформації ЗВО розроблено моделі цифрового простору та методи його трансформації в названій інформаційній технології.

Отримав подальший розвиток метод формування інформаційної технології вирішення функціональних задач закладів вищої освіти, який відрізняється від інших використанням інформаційного базису системи управління інформацією, що дозволяє мінімізувати витрати на вирішення функціональних задач цифрової трансформації ЗВО.

Проаналізовані функціональні задачі освітньої діяльності закладів вищої освіти, які підлягають вирішенню в процесі цифрової трансформації ЗВО.

Розроблено метод управління інформацією закладів вищої освіти, в основі якого виділення стандартних інструментів формування інформаційного середовища ЗВО, що дозволяє створювати універсальні інструменти діджиталізації процесів освітньої діяльності ЗВО, незалежні від складу і специфіки побудови засобів вирішення функціональних задач.

Описано функції інформаційної технології управління інформацією в цифровому просторі закладів вищої освіти, що забезпечують наповнення інформаційного середовища незалежною від функціональних задач інформацією та функції інформаційної технології забезпечення діяльності

закладів вищої освіти.

Удосконалено модель міжшарової взаємодії в концентричній інформаційній технології цифрової трансформації ЗВО, яка визначає необхідні зміни в технології обробки інформації в одному шарі, при змінах в інформаційній технології іншого шару, що дозволяє гнучко реагувати на розвиток освітнього середовища ЗВО з метою максимального задоволення інформаційних потреб закладів вищої освіти. Створено модель взаємодії між інструментами інформаційної технології забезпечення діяльності закладу вищої освіти та інструментами інформаційної технології вирішення функціональних задач, а також модель взаємодії між інструментами технології вирішення функціональних задач ЗВО та інструментами технології управління інформацією.

Запропоновану концентричну інформаційну технологію цифрової трансформації освітньої діяльності було використано при створенні інформаційно-аналітичної системи підтримки освітньої діяльності, яка може використовуватись закладами вищої освіти. Зроблено аналіз інформаційного простору ЗВО та визначення документів цифрового середовища. Розроблено інформаційну платформу технології цифрової трансформації ЗВО. Розроблено технологію міграції інформації з розрізнених баз даних, а також структури баз даних нормативно-довідкової інформації та функціональної інформаційної бази. Реалізовано технологію синхронізації з ЄДЕБО, технологію цифровізації управління університетом, технологію управління навчальним процесом та інші у вигляді програмного забезпечення, що базується на клієнт-серверних веб-технологіях. Система постійно вдосконалюється та допрацьовується.

Результати роботи впроваджені в Черкаському державному технологічному університеті у вигляді інформаційно-аналітичної системи підтримки освітньої діяльності університету, якою користуються працівники та студенти всіх факультетів, інших підрозділів університету.

Ключові слова: цифровізація; цифрова трансформація; заклади вищої освіти; концентрична інформаційна технологія; управління інформацією; інформаційно-аналітична система.

SUMMARY

Zaspa H.O. Concentric information technology of organization of digital transformation of higher education institutions educational activity. – Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

Dissertation for obtaining the scientific degree of the candidate of technical sciences in the specialty 05.13.06 "Information technologies". – Cherkasy State Technological University, Cherkasy, 2021.

The dissertation solves a scientific problem, which consists in the development of methods and models of higher education institutions digitalization on the basis of combining all functions, procedures and information bases into a single concentric information technology of educational activities digital transformation.

The history and trends of digital transformation principles implementation in Ukraine and in the world are investigated. It is noted that in recent years, digital transformation in Ukraine has appeared among the priorities of public policy, as evidenced by the creation of the Ministry of Digital Transformation.

Analysis of the implementation of information systems in enterprises and organizations showed that it usually occurs gradually and in fragments, so the typical scheme of informatization is the use of several or even many systems developed at different time on different platforms in accordance with different understandings of the subject area. That is, there are separate technological "islands", often unrelated, in which there may be a lot of duplication of data and duplication of procedures for working with data. When there are several separate information systems (IS) at the enterprise or institution or when purchasing a third-party system, the question of integration of these systems arises. Integration is a costly part of information systems development and implementation, often more expensive than purchasing the system itself.

The issue of education digitalization is investigated. It is noted that digitalization is a mandatory and priority part of reforming the education sector and in the last decade the focus of informatization has shifted from automation to the transformation paradigm. However, the situation with the implementation of IS in the

Ukrainian HEIs is similar to the general fact that one institution usually uses many different information systems that digitize individual units or processes, often not including data interfaces and, therefore, require significant efforts to integrate. The effectiveness of this approach is insufficient, there is a lack of a unified systemic approach to university management. Existing research in the field of HEIs digital transformation indicates the importance of a systems approach.

For these reasons, the purpose of the dissertation is formulated: to increase the efficiency of educational activities by creating and using concentric information technology of educational activities digital transformation, which will integrate all information bases, methods and tools of higher education institution functional problems solving into a single digital space.

The concept of concentric information technology of HEI digital transformation is developed, which includes five-layer structure of this technology, conceptual notions and principles of its construction, technological classification of digital space filling, which creates scientific and methodical basis for construction of models and methods of concentric information technology of higher education institutions digital transformation. Definitions of such concepts as digital transformation of HEI, information technology of digital transformation, digital space, information space of HEI, digital object, project of HEI development, project of digital transformation of HEI, program of digital transformation of HEI, etc. are given. The description of the digital transformation program as digital transformation projects aimed at realization of one integral task – digitalization of all aspects of free economic activity is given. The technological classification of filling the digital space of higher education institutions is given. Digital space is divided into providing and functional components of the digital space of a higher education institution. In turn, the following technological systems are distinguished in the functional component of the digital space of HEI: normative-reference information, functional information bases, information technology for solving HEI functional problems, information technology of HEI information management and information technology of higher education institutions activities support.

A concentric model of information technology of HEI digital transformation has been developed, which allows to integrate methods and means of information management in order to create a single digital space of educational activity of HEI. It describes the relationship between the procedures and objects of the digital space of the higher education institution, as well as the model of selection of procedures for the management of HEI information and the model of the choice of procedures for ensuring the activities of HEI. The principles of creation of concentric information technology of digital transformation of higher education institutions are described.

Models of digital space and methods of its transformation in the named information technology are developed for creation of means of concentric information technology of HEI digital transformation.

The method of formation of information technology for solving functional problems of higher education institutions was further developed, which differs from others by using the information base of the information management system, which minimizes the cost of solving functional problems of digital transformation of higher education.

The functional tasks of educational activity of higher education institutions, which are subject to solution in the process of digital transformation of HEI, are analyzed.

A method of information management of higher education institutions has been developed, based on the allocation of standard tools for forming the free education information environment, which allows to create universal tools for digitalization of educational activities, independent of the composition and specifics of building functional tasks.

The functions of information technology of information management in the digital space of higher education institutions are described, which ensure the filling of the information environment with information independent of functional tasks and the functions of information technology to ensure the activity of higher education institutions.

The model of interlayer interaction in concentric information technology of digital transformation of HEI is improved. It determines the necessary changes in information processing technology in one layer, with changes in information technology of another layer, which allows flexible response to the development of HEI educational environment to meet the information needs of higher education. A model of interaction between the tools of information technology to ensure the activities of higher education institutions and tools of information technology to solve functional problems, as well as a model of interaction between tools of technology to solve functional problems of free education and information technology management tools.

The proposed concentric information technology of digital transformation of educational activity was used in the creation of information-analytical system of educational activity support, which can be used by institutions of higher education. The analysis of the information space of HEI and definition of documents of the digital environment is made. The information platform of technology of digital transformation of HEI is developed. The technology of information migration from different databases, as well as the structure of normative-reference information databases and functional information base have been developed. The technology of synchronization with EDEBO, technology of digitalization of university management, technology of management of educational process and others in the form of the software based on client-server web technologies is realized. The system is constantly being improved and refined.

The results of the work are implemented at Cherkasy State Technological University in the form of information-analytical system of support of educational activity of the university, which is used by employees and students of all faculties, other university units.

Keywords: digitalization; digital transformation; higher education institutions; concentric information technology; information management; information and analytical system.

Список публікацій здобувача за темою дисертації

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації

1. Інформаційно-аналітична система контролю та оцінювання навчальної діяльності студентів ВНЗ: **Монографія** //А.А. Тимченко та ін. Черкаси: МакЛаут, 2010. 300 с.

Статті у періодичних фахових виданнях іноземних держав

2. Yehorchenkova N., Kataieva Y., Yehorchenkov O., Zaspa G. The conception of project-oriented enterprise information resources system management technology creation. *Journal of Technology and Exploitation in Mechanical Engineering*, Poland. 2016. Vol. 2, Issue 1. P. 60–65.

3. Tryus Y., Antipova N., Zhuravel K., Zaspa G. Information technology of stock indexes forecasting on the base of fuzzy neural networks. *Applied Computer Science*, Poland. 2017. Vol. 13, No 1. P. 29-40.

Статті у наукових фахових виданнях України

4. Данченко О.Б., Олейнікова Т.Ю., Заспа Г.О. Аналіз сучасних методів та засобів модульно-рейтингової системи навчання у вищому навчальному закладі. *Вісник Черкаського державного технологічного університету*. 2004. №2. С.157-159.

5. Тимченко А.А., Серкова Л.Е., Заспа Г.О., Ященко Г.Ю. Системні методи моделювання в інформаційній технології побудови автоматизованих інформаційних систем вищих навчальних закладів. *Вісник Черкаського державного технологічного університету*. 2006. №3. С.131-134.

6. Tymchenko A.A., Serkova L.E., Zaspa H.O. Using modeling in information system of Cherkasy State Technological University system design process. *Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»*. 2007. №7. С.125-129.

7. Teslia Iu., Yehorchenkova N., Yehorchenkov O., Kataieva Ye., Zaspa H., Khlevna Iu. Development of principles and method of electronic project

management. *Easter-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. 5/3(89). P. 23-29. *(індексується у наукометричній базі даних Scopus)*

8. Триус Ю.В., Заспа Г.О., Кожем'якін О.С., Аширова А.В. Інформаційно-аналітична система підтримки освітньої діяльності структурних підрозділів закладів вищої освіти. *Вісник Черкаського державного технологічного університету*. 2020. №4. С.27-38.

9. Тесля Ю. М., Заспа Г. О. Розробка концентричної інформаційної технології цифрової трансформації закладів вищої освіти. *Управління розвитком складних систем*. Київ, 2020. № 44. С. 105-115, dx.doi.org\10.32347/2412-9933.2020.44.105-115.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

10. Заспа Г.О. Автоматизована інформаційна система управління навчальним процесом Черкаського державного технологічного університету. *Сімнадцята наукова сесія Осередку Наукового товариства ім.Т.Шевченка у Черкасах*: матеріали доп. на засіданні секцій і комісій 2006 р. (м.Черкаси, 14-24 березня 2006 р.). Черкаси, 2006. С.209-210.

11. Лега Ю.Г., Ситник О.О., Григор О.О., Тимченко А.А., Заспа Г.О. Організаційно-технологічні проблеми ВНЗ як організації інформаційного типу. *Впровадження нових інформаційних технологій навчання*: зб. наук.-метод. праць наук.-метод. конф. (м. Харків, 11-12 жовтня 2007 р.). Харків, 2007. С.83-88.

12. Заспа Г.О., Яценко А.Ю. Організаційно-технологічні проблеми ВНЗ як організації інформаційного типу. *Системний аналіз та інформаційні технології*: матеріали X міжнар. наук.-техн. конф. (м.Київ, 20-24 травня 2008 р.). Київ, 2008. С. 195.

13. Hryhoriy Zaspа, Olena Danchenko. Cooperation with IT Companies at Cherkasy State Technological University. *Innovation in Education for Electrical and Information Engineering: 20th EAEEIE Annual Conference (Valencia, Spain, June 22-24,2009)*.Valencia, 2009.

14. Тимченко А.А., Гресько С.О., Заспа Г.О., Андрієнко В.О., Тьорло О.В., Скоробрещук В.В., Яценко А.Ю. Інтелектуальна система прийняття рішень в умовах деканату. *Інформаційні технології в освіті, науці і техніці*: тези доп. VII всеукр. наук.-практ. конф. (м.Черкаси, 4-6 травня 2010 р.). Черкаси, 2010. С.36-37.

15. Тимченко А.А., Заспа Г.О., Гресько С.О. Використання системного підходу при аналізі діяльності ВНЗ. *Інноваційні комп'ютерні технології у вищій школі*: матеріали 3-ї наук.-практ. конф. (м.Львів, 18-20 жовтня 2011 р.). Львів, 2011. С.37-39.

16. Заспа Г.О., Данченко О.Б. Інформаційна система як рушійна сила оптимізації управління компанією. *Інформаційні технології в освіті, науці і техніці*: // тези доп. II міжнар. наук.-практ. конф. (м.Черкаси, 24-26 квітня 2014 р.). Черкаси, 2014. Т.1. С. 94-95.

17. Заспа Г.О., Тарасенко В.В. Використання «тестового світу» як метод вирішення проблеми підготовки даних при інтеграційному тестуванні складних програмних систем. *Інформаційні технології в освіті, науці і техніці*: тези доп. III міжнар. наук.-практ. конф. (м.Черкаси, 12-14 травня 2016 р.). Черкаси, 2016. С. 8-9.

18. Заспа Г.О. Розробка інтегрованої автоматизованої інформаційної системи університету з елементами підтримки прийняття рішень. *Інформаційні технології в освіті, науці і техніці*: тези доп. IV міжнар. наук.-практ. конф. (м.Черкаси, 17-18 травня 2018 р.). Черкаси, 2018. С.73-75.

19. Манойлович М., Заспа Г.О. Оптимізація розпізнавання інформації з документів зі складною структурою в інформаційних web-системах. *Наука України – погляд молодих вчених крізь призму сучасності*: тези доп. II всеукр. наук.-практ. конф. з міжнар. участю (м.Черкаси, 26 вересня 2019 р.). Черкаси, 2019. С. 31-33.

20. Заспа Г.О., Аширова А.В., Кожем'якін О.С., Триус Ю.В. Моделювання та проектування інформаційно-аналітичної системи підтримки освітньої діяльності університету. *Інформаційні технології в освіті, науці і*

техніці: тези доп. V міжнар. наук.-практ. конф. (м.Черкаси, 21-23 травня 2020 р.). Черкаси, 2020. С. 154-156.

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації

21. Куріцин Б.О., Заспа Г.О., Чередниченко О.В. Автоматизована інформаційна система ЧІТІ. *Вісник ЧІТІ*. 1998. №2. С.86-90.

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП.....	18
РОЗДІЛ 1. ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ НА СУЧАСНОМУ ЕТАПІ.....	25
1.1. Методи і засоби цифрової трансформації.....	25
1.2. Проблема інтеграції інформаційних систем.....	30
1.3. Цифрові заклади вищої освіти.....	34
1.4. Постановка задачі дослідження.....	45
Висновки до розділу 1.....	48
РОЗДІЛ 2. МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ КОНЦЕНТРИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ.....	50
2.1. Основні поняття та визначення.....	51
2.2. Програма цифрової трансформації ЗВО.....	56
2.3. Технологічна класифікація наповнення цифрового простору закладів вищої освіти.....	58
2.3.1. Забезпечуючий компонент цифрового простору закладу вищої освіти.....	58
2.3.2. Функціональний компонент цифрового простору закладу вищої освіти.....	59
2.4. Концентрична модель інформаційної технології цифрової трансформації ЗВО.....	64
2.5. Принципи створення концентричної інформаційної технології цифрової трансформації закладів вищої освіти. . . .	71
Висновки до розділу 2.....	73
РОЗДІЛ 3. МОДЕЛІ І МЕТОДИ КОНЦЕНТРИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ.....	75

3.1. Модель інформаційного середовища закладу вищої освіти. . .	75
3.2. Метод формування інформаційної технології вирішення функціональних задач закладів вищої освіти.	78
3.3. Функціональні задачі освітньої діяльності закладів вищої освіти, які підлягають вирішенню в процесі цифрової трансформації ЗВО.	84
3.4. Метод управління інформацією в цифровому просторі закладів вищої освіти.	86
3.5. Функції інформаційної технології управління інформацією в цифровому просторі закладів вищої освіти.	89
3.6. Функції інформаційної технології забезпечення діяльності закладів вищої освіти.	91
3.7. Модель міжшарової взаємодії в концентричній інформаційній технології цифрової трансформації ЗВО.	94
Висновки до розділу 3.	95
РОЗДІЛ 4. ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДІВ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ОСВІТНЬОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ.	98
4.1. Аналіз інформаційного простору ЗВО та визначення документів цифрового середовища ІАСПОД.	100
4.2. Інформаційна платформа технології цифрової трансформації ЗВО.	105
4.2.1. Технологія міграції інформації з розрізнених баз даних	105
4.2.2. База даних системи статистичної обробки результатів контролю навчальних досягнень студентів.	111
4.3. Цифровізація інформаційного простору.	126
4.3.1. Технологія синхронізації з ЄДЕБО.	126
4.3.2. Технологія цифровізації управління університетом.	129

Стор.

4.4. Інструменти інформатизації діяльності ЗВО.	132
4.4.1. Технологія управління навчальним процесом.	132
4.4.2. Проєкт створення мобільного додатку «Студент ЗВО»	141
4.5. Впровадження ІАСПОД в Черкаському державному технологічному університеті.	142
Висновки до розділу 4.	145
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.	148
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	151
ДОДАТКИ.	165
ДОДАТОК А	166
ДОДАТОК Б	171
ДОДАТОК В	173

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

1. API Application Program Interface
2. АСУ Автоматизована система управління
3. БД База даних
4. ЄДЕБО Єдина державна електронна база з питань освіти
5. ІАСПОД Інформаційно-аналітична система підтримки освітньої діяльності
6. ІС Інформаційна система
7. ЗВО Заклад вищої освіти
8. КІТ Концентрична інформаційна технологія
9. НМВ Навчально-методичний відділ
10. НДІ Нормативно-довідкова інформація
11. ЦО Цифровий об'єкт
12. ЦП Цифровий простір
13. ЧДТУ Черкаський державний технологічний університет

ВСТУП

Актуальність теми. Світові тенденції розвитку як освіти, так і управління закладами освіти, спрямовані на перехід до цифрової трансформації. Це означає, що всі освітні, наукові, управлінські та інші процеси закладу вищої освіти (ЗВО) повинні повністю переходити в цифрове середовище. Без цифрової трансформації заклад вищої освіти не може ефективно організувати якісний освітній процес та дистанційну роботу своїх підрозділів з документами, не може нормально функціонувати в конкурентних умовах, що негативно впливає на студентів, викладачів, співробітників.

Традиційні підходи до автоматизації діяльності ЗВО втратили ефективність і вже не можуть задовольнити сучасні вимоги. Автоматизовані системи навчання, управління, обліку і т.д. не тільки не вирішують всіх задач ЗВО, вони ще й розділяють інформаційний простір по окремим «коміркам», у відповідності з тими функціональними задачами, для вирішення яких потрібна та чи інша інформація. Зазвичай це розрізнені інструменти, які не об'єднані в єдину систему вирішення функціональних задач ЗВО. І, звичайно, такий підхід не дозволяє ефективно реалізувати проекти цифровізації, не дозволяє створити єдину систему побудови цифрових університетів. Потрібні нові підходи, нові концепції цифрової трансформації закладів вищої освіти. Підходи, які дозволять об'єднати всі процеси створення і використання програмно-інформаційних засобів задля побудови цифрових університетів.

Тому виникає актуальна наукова задача, яка полягає в розробці методів і моделей цифровізації закладів вищої освіти на основі об'єднання всіх функцій, процедур і інформаційних баз в єдину концентричну інформаційну технологію цифрової трансформації освітньої діяльності ЗВО.

Теоретичні та прикладні аспекти розроблення методів, моделей та засобів цифровізації представлені в роботах В.Ю. Бикова, В.М. Глушкова, В.І. Гриценка, В.Г. Гриценка, М.З. Згуровського, Н.Ю. Єгорченкової,

О. В. Співаковського, Ю.М. Теслі, І.Б. Трегубенко, А.А. Тимченка, Ю. В. Триуса та інших вчених.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконана в Черкаському державному технологічному університеті і пов'язана з вирішенням задач створення та впровадження технології цифрової трансформації освітньої діяльності закладів вищої освіти.

Дисертація відповідає тематичному спрямуванню наукових розробок у рамках науково-дослідних робіт «Інформаційно-аналітична система контролю та оцінювання навчальної діяльності студентів ВНЗ» (№ держреєстрації 0109U006094) та «Розробка інформаційно-аналітичної системи підтримки освітньої діяльності структурних підрозділів ЗВО» (№ держреєстрації 0118U002315), в яких автор брав участь як виконавець.

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є підвищення ефективності освітньої діяльності ЗВО за рахунок створення та використання концентричної інформаційної технології цифрової трансформації освітньої діяльності ЗВО, яка буде інтегрувати всі інформаційні бази, методи та засоби вирішення функціональних задач закладу вищої освіти в єдиний цифровий простір.

Для досягнення поставленої мети в дисертації визначена необхідність виконання наступних завдань:

- проведення аналізу інформаційних технологій реалізації і управління освітньою діяльністю ЗВО;
- розробка концепції побудови концентричної моделі інформаційної технології цифрової трансформації закладів вищої освіти;
- розробка концентричної моделі інформаційного середовища та інформаційної технології цифрової трансформації ЗВО;
- створення моделі міжшарової взаємодії в концентричній інформаційній технології цифрової трансформації ЗВО;
- розробка методу формування інформаційної технології вирішення функціональних задач закладів вищої освіти;
- створення методу управління інформацією закладів вищої освіти;

– практична реалізація концентричної інформаційної технології цифрової трансформації ЗВО.

Об'єктом дослідження є процеси цифрової трансформації освітньої діяльності закладів вищої освіти.

Предметом дослідження є концентрична інформаційна технологія цифрової трансформації освітньої діяльності закладів вищої освіти.

Науково-прикладна задача створення концентричної інформаційної технології цифрової трансформації ЗВО вирішувалась у рамках сучасних концепцій створення інформаційних технологій і систем.

Методи досліджень ґрунтувалися на використанні теорії систем, методів системного аналізу для визначення та опису компонентів предметної галузі; теорії моделювання та методів математичного моделювання з метою побудови моделі концентричної інформаційної технології; теорії графів для розроблення структур концентричної інформаційної технології; методів системотехніки для створення та впровадження концентричної інформаційної технології; методів управління проектами для аналізу програми цифрової трансформації закладів вищої освіти.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в наступному.

– вперше розроблено концепцію концентричної інформаційної технології цифрової трансформації ЗВО, яка включає п'ятишарову структуру цієї технології, понятійний апарат та принципи її побудови, технологічну класифікацію наповнення цифрового простору, що створює науково-методичний базис для побудови моделей і методів концентричної інформаційної технології цифрової трансформації закладів вищої освіти;

– вперше розроблено концентричну модель інформаційної технології цифрової трансформації ЗВО, яка дозволяє інтегрувати методи і засоби управління інформацією задля створення єдиного цифрового простору освітньої діяльності ЗВО;

– вперше розроблено метод управління інформацією закладів вищої освіти, в основу якого покладено процедуру виділення стандартних

інструментів формування інформаційного середовища ЗВО, що дозволяє створювати універсальні інструменти цифровізації процесів освітньої діяльності ЗВО, незалежні від складу і специфіки побудови засобів вирішення функціональних задач;

– удосконалено модель міжшарової взаємодії в концентричній інформаційній технології цифрової трансформації ЗВО, яка визначає необхідні зміни в технології обробки інформації в одному шарі, при змінах в інформаційній технології іншого шару, що дозволяє гнучко реагувати на розвиток освітнього середовища ЗВО з метою максимального задоволення інформаційних потреб закладів вищої освіти;

– отримав подальший розвиток метод формування інформаційної технології вирішення функціональних задач закладів вищої освіти, який відрізняється від інших використанням інформаційного базису системи управління інформацією, що дозволяє мінімізувати витрати на вирішення функціональних задач цифрової трансформації ЗВО.

Практичне значення отриманих результатів. На основі наукових результатів, отриманих автором, розроблено практичні інструменти концентричної інформаційної технології цифрової трансформації ЗВО.

Розроблено концентричну структуру інформаційної технології цифрової трансформації ЗВО. Визначено схему міжшарової взаємодії та схему наповнення інформацією цифрового простору ЗВО. Розроблено алгоритми та програмні засоби цифрової трансформації ЗВО. Запропоновано схему реалізації засобів концентричної інформаційної технології для управління освітньою діяльністю ЗВО.

Сформовано технологічний компонент процесів цифрової трансформації ЗВО.

Запропоновані концепцію, моделі та методи концентричної інформаційної технології було використано при створенні інформаційно-аналітичної системи підтримки освітньої діяльності (ІАСПОД) в Черкаському державному технологічному університеті. У рамках цієї системи було

розроблено: структури баз даних, що складають шари нормативно-довідкової інформації та функціональної інформаційної бази; алгоритми реалізації методу управління інформацією та методу формування інформаційної технології вирішення функціональних задач закладів вищої освіти; програмне забезпечення, що реалізує алгоритми методу управління інформацією та методу формування інформаційної технології вирішення функціональних задач; програмне забезпечення, що реалізує шар технології управління інформацією; програмне забезпечення, що реалізує шар технології вирішення функціональних задач у формі функціональних модулів деканату, навчально-методичного відділу (НМВ), мобільного додатку «Студент ЗВО»; програмне забезпечення, що реалізує шар технології забезпечення діяльності ЗВО (довідка про впровадження від 22.12.2020).

Практичне значення результатів дисертаційного дослідження підтверджується проведеними експериментальними дослідженнями, збігом отриманих результатів із запланованими при створенні концентричної інформаційної технології цифрової трансформації ЗВО.

Проведені дослідження були використані при розробці методичного забезпечення навчального процесу в Черкаському державному технологічному університеті для підготовки бакалаврів і магістрів за спеціальностями 121 – Інженерія програмного забезпечення в рамках дисциплін «Об'єктно-орієнтоване програмування», «Конструювання програмного забезпечення», «Об'єктно-орієнтоване програмування (сучасний фреймворк)» та 122 – Комп'ютерні науки в рамках дисциплін «Об'єктно-орієнтоване програмування», «Крос-платформне програмування» (акт впровадження від 22.12.2020).

Особистий внесок здобувача. Основні результати дисертаційної роботи отримані здобувачем самостійно. Робота містить теоретичні та методичні положення, висновки, які сформульовані дисертантом особисто. У наукових працях, написаних у співавторстві, здобувачу належать: у [78] розроблено базу даних для обробки результатів контролю освітньої діяльності студентів; у [46]

запропоновано принцип концентричності при створенні інформаційної технології; у [40] розроблено засоби прийняття рішень, що можуть використовуватись в інформаційно-аналітичній системі підтримки освітньої діяльності; у [65] проаналізовані проблеми та сформульовані принципи побудови деяких класів інформаційних систем, що використовуються в освітній діяльності ЗВО; у [109] розроблено моделі інформаційної технології побудови автоматизованих інформаційних систем ЗВО за допомогою методів системного підходу; у [42] розроблено моделі системного проєктування для побудови інформаційної системи Черкаського державного технологічного університету; у [37] розроблено принципи побудови функціональних інформаційних баз та шарів управління інформацією при побудові інформаційних технологій з використанням проєктного підходу; у [115] розроблено модель наповнення бази даних інформаційно-аналітичної системи підтримки освітньої діяльності ЗВО інформацією та модель бізнес-процесів, що реалізовані в освітньому середовищі університету, описано розроблені функціональні програмні модулі; у [101] розроблено концентричну модель інформаційної технології цифрової трансформації ЗВО, функціонально незалежний метод управління інформацією закладів вищої освіти, методи міжшарової інформаційної взаємодії.

Апробація результатів дисертації. Основні результати досліджень доповідались на Міжнародних і Всеукраїнських наукових конференціях, зокрема: Наукова сесія Осередку Наукового товариства ім.Т.Шевченка (Черкаси, 2006), Науково-методична конференція «Впровадження нових інформаційних технологій навчання» (Харків, 2007), X Міжнародна науково-технічна конференція «Системний аналіз та інформаційні технології» (Київ, 2008), Conference "Innovation in Education for Electrical and Information Engineering" (Valencia, Spain, 2009), Всеукраїнська науково-практична конференція «Інформаційні технології в освіті, науці і техніці» (ІТОНТ-2010) (Черкаси, 2010), Науково-практична конференція «Інноваційні комп'ютерні технології у вищій школі» (Львів, 2011), Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні технології в освіті, науці і техніці» (ІТОНТ-2014)

(Черкаси, 2014), Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні технології в освіті, науці і техніці» (ІТОНТ-2016) (Черкаси, 2016), Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні технології в освіті, науці і техніці» (ІТОНТ-2018) (Черкаси, 2018), Всеукраїнська науково-практичної конференції з міжнародною участю «Наука України – погляд молодих вчених крізь призму сучасності» (Черкаси, 2019), Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні технології в освіті, науці і техніці» (ІТОНТ-2020) (Черкаси, 2020).

Публікації. За результатами дослідження опубліковано 21 наукову працю, з них: 1 монографія, 6 статей опубліковані у рецензованих фахових виданнях України (у тому числі 2 англійською мовою, одна у виданні, що індексується у наукометричній базі даних Scopus), 2 наукові праці опубліковані в періодичних іноземних виданнях, 1 стаття в інших періодичних виданнях, 11 тез доповідей у матеріалах конференцій.

Структура та обсяг роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел з 121 найменування та 3 додатків. Загальний обсяг дисертації становить 175 сторінок, із них 133 сторінки основного тексту, що містить 2 таблиці і 3 рисунки на 4 повних сторінках.

РОЗДІЛ 1

ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ НА СУЧАСНОМУ ЕТАПІ

1.1. Методи і засоби цифрової трансформації

Сама ідея впровадження принципів, на яких базується цифрова трансформація, не є новою. Ще в [53] було описано "безпаперову технологію", сутність якої полягає в комплексній автоматизації управлінської діяльності, що призводить до того, що все велика частина інформаційних потоків проходить поза людиною і оброблюється автоматично. До думки про "неунікненність безпаперової технології організаційного управління автор прийшов в основному ще на початку 60-х років". Прямо зазначалось, що резерви зростання продуктивності праці при традиційному управлінні швидко вичерпуються за рахунок наявності в ній вузьких місць, що визначаються пропускнуою здатністю людської ланки.

З того часу розвиток апаратних та програмних засобів мав пройти великий шлях, щоб відбулась якісна зміна підходів і понять в галузі цифровізації. В [104] та [108] робиться наголос на важливості використання системотехнічних підходів (системного підходу, системного проектування) у побудові комп'ютерних систем, а також описується концепція "чотирьох І" – напрямку розвитку комп'ютерних систем – інформатизація, інтелектуалізація, інтеграція та індивідуалізація, що в наш час втілюється в рамках концепція Індустрія 4.0.

Почався процес с формування інформаційного суспільства, що визначав зміст трансформаційних процесів у соціумі, освіті та економіці. Найважливіші його складники пов'язані з підвищенням ролі процесів інформатизації, комп'ютеризації та розширенням сфери застосування інформаційних технологій у різних галузях людської діяльності, зокрема й економічної, освітньої, громадської, управлінської та інших [111].

Зокрема, з розвитком інформаційних технологій постало питання їх використання не лише для автоматизації операцій з інформацією, що традиційно виконувались людьми, а і впливу інформаційних технологій на організаційні процеси на підприємствах і установах. Почали з'являтися нові інтеграційні підходи. Зокрема, в [77] було запропоновано Нове системне проектування як інтеграцією підходів бізнес-реінжинірингу, нових інформаційних технологій і методів обліку "людського фактора", що дозволяють проектувати бізнес-процеси і інформаційну архітектуру ІС як інтегровані людино-машинних системи, в яких ІС безпосередньо може впливати на бізнес-процеси, приводячи часом до їх трансформації. Проста автоматизація виконуваних функцій без впливу на організаційну структуру і складні процедури, які відображають функціонально орієнтоване середовище типу "команда-контроль", стали вважатися застарілим підходом. Тільки постійне організаційне навчання і ефективне керування знаннями стало забезпечувати стратегічний поступ і здатність підтримувати стратегічну конкурентоздатність. Перебудова бізнес-процесів компанії за допомогою впровадження нових інформаційних технологій стало тим фактором, який може суттєво підвищити і операційну ефективність, і стратегічну успішність бізнесу загалом [11].

Будь-який досить складний бізнес-процес може включати п'ять елементів, які повинні бути предметом уваги при розробці інформаційної системи: планування, здійснення діяльності, реєстрація фактичної інформації, контроль і аналіз, ухвалення рішень [64]:

1) планувати можна як саму діяльність, так і показники ефективності процесу;

2) моделі, що описують діяльність, повинні мати входи від усіх інших елементів: планові і облікові дані, дані аналізу, управлінські рішення;

3) група функцій з реєстрації фактичної інформації щодо виконання процесу (на практиці це, як правило, функції обліку – управлінського, складського, бухгалтерського);

4) функції з контролю і аналізу виконання планових показників;

5) функції ухвалення управлінських рішень у рамках процесу, які поєднують у собі елементи оперативного і стратегічного управління.

Відсутність хоча б одного з указаних елементів в бізнес-процесі призводить до поганої керованості (некерованості) і неефективності системи. Тому інформаційна система повинна охоплювати всі дані функції з одного боку і впливати на всі дані функції з іншого, змінюючи технологію їх виконання за потреби [73].

Термін "цифрова трансформація" виник внаслідок еволюції ідей "безпаперової інформатики", "реінжинірингу бізнес-процесів" тощо. Даний термін можна розглядати у вузькому та ширшому сенсах. У вузькому сенсі він робить наголос на заміні нецифрових або ручних процесів цифровими процесами або заміна старих цифрових технологій на новіші цифрові технології. В ширшому сенсі робиться наголос на трансформації підприємства чи організації. В [2] виділяється чотири типи цифрової трансформації: бізнес-процесів, бізнес-моделі, домену та організаційно-культурна трансформація. В [33] робиться наголос на трансформаційній складовій: цифрова трансформація стосується еволюції основоположних практик ведення бізнесу в організації з використанням технологій та даних, тобто це повна трансформація бізнесу. Робота [44] розглядає цифрову трансформацію як процес, коли цифрові технології створюють різкі зміни в роботі, що викликають стратегічні реакції організацій, які прагнуть змінити свої шляхи створення цінних для ринку продуктів, одночасно керуючи структурними змінами та організаційними бар'єрами, що впливають на позитивні та негативні результати цього процесу.

Більшість авторів сходяться на думці, що цифрова трансформація – це перш за все організаційні зміни, втілені за допомогою цифрових технологій та цифровізованих бізнес-моделей з метою покращення організаційної ефективності. Категорії організаційних перетворень, що може зазнати бізнесу, включають: бізнес-моделі, організаційну структуру, працівників, бізнес-процеси, технології, що використовуються для збору та управління

інформацією, асортиментом товарів чи послуг, моделями взаємодії з клієнтами та постачальниками.

Можна виділити такі виміри цифрової трансформація бізнесу, тобто блоків перетворення [32]:

- розроблена та прийнята організаційна цифрова стратегія та підхід до застосування інновації;
- гнучкі, здатні до швидкої адаптації процеси спільної роботи в сучасних умовах бізнес-моделі;
- детальний аналіз та дослідження прийняття клієнтами рішень;
- інформаційні технології, що підтримують усі організаційні бізнес-процеси;
- корисні та відповідні дані та використання аналітичних даних як основи для прийняття рішень відповідно до цілі та стратегія організації.

В останні роки рух у напрямку цифрової трансформації в Україні став пріоритетом державної політики. Було створено Міністерство цифрової трансформації, задачею якого є активізувати та організувати дії в напрямку цифрову трансформації в сфері державного управління, державних послуг та інших сферах життя. Серед основних завдань Міністерства є формування та реалізація державної політики у сферах цифровізації, цифрового розвитку, цифрових інновацій та розвитку інформаційного суспільства. Серед задач міністерства зазначено не лише сприяти впровадженню у державних органах та органах місцевого самоврядування технологій цифрових трансформацій, але і координувати діяльність центральних органів виконавчої влади, місцевих органів влади, а також державних підприємств, установ, організацій, навчальних закладів з питань, що належать до компетенції Міністерства, надавати їм необхідну методичну допомогу [95].

Було розроблено та схвалено "Концепцію розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018-2020 роки", яка є досить детальним документом, що визначає основні цілі цифрового розвитку в державі, принципи цифровізації, напрями цифрового розвитку, задає напрями гармонізації

вітчизняної діджиталізації з цифровими ініціативами, цифровим порядком денний для Європи (Digital Agenda for Europe) та єдиним цифровим простором (Digital Single Market), а також описує план заходів щодо реалізації даної концепції [83]. В документі дано визначення низки ключових понять, таких, як цифрова економіка, цифровізація, цифрові технології з описом їх цілей та говориться про їх ключову роль в сучасному світі – "масштаб і темп цифрових трансформацій мають стати основними характеристиками економічного розвитку". Тут же згадується поняття цифрової трансформації, серед цілей якої є "трансформації сфер життєдіяльності у нові більш ефективні та сучасні". Наголошується на важливості цифрової трансформації – "масштаб і темп цифрових трансформацій мають стати основними характеристиками економічного розвитку". Реалізації проектів цифрових трансформацій відводиться окремий розділ концепції, де визначаються першочергові проекти цифрових трансформацій національного масштабу в різних галузях економіки та громадського життя, таких, як громадська безпека, освіта, охорона здоров'я, екологія та захист навколишнього природного середовища, життєдіяльність міст, гармонізація з європейськими та світовими науковими ініціативами, державне управління тощо.

В останні роки увага науковців до досліджень в галузі цифрової трансформації постійно зростала, що призвело до значного збільшення кількості статей, що стосуються різних її технологічних та організаційних аспектів. Зокрема, в [23] було проведено огляд 58 досліджень, опублікованих в наукових виданнях по всьому світу між 2001 і 2019 роками, що стосуються різних аспектів цифрової трансформації. Також було додатково проаналізовано 28 статей про радикальні технологічні зміни та 32 статті про корпоративне підприємництво в розрізі цифрової трансформації.

В [22] представлено теоретичну модель реалізації цифрової трансформації у ЗВО. Але у роботі не приділено уваги системності цифрової трансформації процесів діяльності університетів. Також у розробленій теоретичній моделі не враховано можливості організаційного спротиву при

проведенні трансформаційних процесів, які опрацьовані у роботі [38] в розрізі створення цифрового університету.

Чималу увагу викликає цифрова трансформація також і в українських дослідників. Дослідження різних аспектів даної проблематики описано в [116], [36], [60], [80], [63], [67]. Вони зачіпають питання цифрової трансформації різноманітних організацій, в тому числі в сфері освіти, а також трансформацію економіки в цілому.

В [117] визначення поняття цифровізації розглядається як системний підхід до цифрової трансформації формування людського капіталу та забезпечення процесів перетворення цифровізації.

1.2. Проблема інтеграції інформаційних систем

Впровадження інформаційних систем на підприємствах та організаціях має свої історичні особливості. Впровадження ІС відбувається, зазвичай, поступово, еволюційно. Його починають з окремих підрозділів, потім поширюють на більшу частину організації. В ході впровадженням змінюються технології, можуть змінюватись погляди керівної ланки на ті чи інші аспекти інформатизації, на підходи до вибору ІС. В результаті, типове середовище інформатизації – це декілька систем, що розроблялись в різний час різними розробниками на різних платформах у відповідності з тим розумінням бізнес-процесів, яке існувало в той час. Такі системи функціонують як окремі технологічні "острівці", з окремими, часто несумісними між собою, моделями даних. На "острівцях" інформаційних систем існує велика кількість баз даних, що містять дублікати та нестандартизовані дані [85], [26].

Проблема дублювання є однією з основних при використанні багатьох інформаційних систем, що автоматизують предметну галузь підприємства чи організації шматками. Як відомо, дублювання має два великих недоліки: 1) потрібні додаткові зусилля на створення інформаційних артефактів, що дублюють уже існуючі; 2) складно контролювати актуальність дубльованих

артефактів – при зміні в одному місці потрібно синхронно змінювати артефакти в інших місцях; при цьому, якщо цього не зробити, відбувається розсинхронізація та застарівання артефактів в деяких місцях, що знижує адекватність та надійність роботи системи і може мати наростаючий характер.

Існує низка інформаційних артефактів, що можуть дублюватись:

- дані;
- програмні одиниці;
- об'єкти системи безпеки та розмежування прав.

На сьогоднішній день у зв'язку зі зростанням кількості різноманітних за змістом, структурою, обсягом інформаційних артефактів (баз даних, програмних компонентів і т.д.) інформаційних систем підприємств та організацій, створених часто на різних програмно-апаратних платформах, важливого значення набула задача інтеграції інформаційних систем. Виникає необхідність забезпечити тісний взаємозв'язок інформаційних систем, що дає змогу забезпечити вищий ступінь цілісності даних і швидкість роботи з інформацією, включно з елементами усунення дублювання. Тому розробляються спеціальні механізми передавання даних між системами, розробляються спеціальні алгоритми здійснення поєднання окремих інформаційних ресурсів із забезпеченням необхідного рівня безпеки та максимальної швидкості та надійності їх взаємного використання [69].

Інтеграція інформаційних систем може відбуватись на рівні бази даних та будь-якому рівні програмного забезпечення в залежності від архітектури інтегрованих систем.

Інтеграція даних реалізується комплексом методів, архітектурних підходів і програмних інструментів, які забезпечують узгоджений доступ і доставку даних для всієї множини додатків і бізнес-процесів, що є в організації. При цьому має бути врахованою особливості операційного середовища та властивостей наявних інформаційних джерел. Серед іншого, дані особливості визначається такими факторами [91]:

- використанням даних існуючих (успадкованих) інформаційних систем;

- численністю та різноманітністю джерел інформації, кількість яких змінюється;
- нечисленними метаданими, що характеризують джерела інформації;
- високим рівнем автономності джерел інформації;
- складністю повторного використання джерел інформації, що викликана їхньою замкненістю в межах функціональних систем;
- значним ступенем семантичної неузгодженості подібних даних у джерелах різного адміністративного підпорядкування або технічного походження.

Важливим поняттям сучасної інтеграції інформаційних систем є поняття інтероперабельності – можливість створення інформаційних систем з неоднорідних, розподілених компонентів на базі уніфікованих інтерфейсів. Інтероперабельна інформаційна система складається з компонентів, що становлять довільні інформаційні ресурси (програмні компоненти, бази даних, бази знань, файли даних тощо), які розглядають незалежно від апаратно-програмної платформи і розміщення в просторі. Компоненти зазвичай взаємодіють, обмінюючись повідомленнями. Така взаємодія може виражатись як обмін даними, розподілене виконання пошукових запитів, узгоджене оновлення записів в базах даних тощо [82], [69].

Поняттю інтероперабельності приділяється велика увага в дослідницькому та професійному середовищах протягом останніх двох десятиліть. Інтероперабельність даних та інформації привертає все більше уваги внаслідок кількох причини, в тому числі:

- значне збільшення взаємодії систем внаслідок розвитку Інтернету, вебу та розподілених обчислювальних інфраструктур, що призводить до легкого доступу до великої кількості різноманітних незалежно створених та керованих джерел інформації;
- підвищення спеціалізації роботи, зростаюча потреба у повторному використанні та аналізі даних, що призводить до створення інформації та знань та потреби в їх подальшому повторному використанні та обміні [7].

Властивість інтероперабельності використовується при інтеграції декількох інформаційних систем, об'єднання (інтеграції) бази даних (БД) новоствореної системи з раніше використовуваними базами даних, побудові мереж інформаційних сховищ, а також в багатьох інших випадках. Проблема забезпечення інтероперабельності ІС має фундаментальний характер. Вона актуальна як для успадкованих (legacy) систем, які потрібно зв'язати зі створюваними з початку (або, як мінімум, отримати можливість використовувати їхню БД), так і для проєктованих сховищ даних, в яких необхідно передбачити можливості реалізації взаємодії з іншими ІС в перспективі, при зміні вимог до них [69].

Задачу досягнення інтероперабельності різнорідних інформаційних ресурсів розділяють на дві частини – технічної (забезпечення спільної роботи різнорідних апаратно-програмних платформ) та семантичну (забезпечення спільного використання різнорідних інформаційних ресурсів) інтероперабельності. Другій частині приділяється більша частина уваги дослідників.

Досягнення належної інтероперабельності – важлива задача в проблемі інтеграції інформаційних систем. Інформаційна система повинна розроблятися з урахуванням майбутніх проблем інтеграції, в ідеалі будучи максимально інтероперабельною. Однак, в багатьох системах, особливо legacy системах, інтероперабельності зовсім не приділялось уваги, тому інтеграцію доводиться робити в більшості на рівні баз даних, що викликає додаткові складнощі.

В [8] було досліджено вплив інтеграції на інформаційні системи з точки зору витрат-вигод. Зроблено висновок, що до інтеграції потрібно підходити обережно, оскільки тотальна інтеграція всіх систем – це дорого. Основним наслідком аналізу стало те, що в більшості випадків не є економічно вигідно інтегрувати усі дані організації. На основі пріоритетного аналізу організаціям потрібна виділити області "часткової інтеграції", щоб досягти найбільших вигод та уникнути найбільш обтяжливих витрат.

В [89] робиться висновок про неефективність підходу з використанням роздроблених інформаційних систем: "розробка ізольованих інформаційних ресурсів у сучасних умовах часто не дає позитивного результату". Це пов'язано з тим, що сучасні організаційні системи функціонують в тісних взаємозв'язках, тому забезпечення зв'язків розрізнених систем є витратною та дороговартісною функцією.

Інтеграція – це витратна частина розробки та впровадження інформаційних систем, особливо, якщо системи, що інтегруються (всі або частина), не є інтероперабельними. В рамках стратегії цифрової трансформації команди розробників та ІТ-відділи часто вимушені боротися з проблемою розрізненості великої кількості нових та існуючих додатків, часто з різними архітектурами та форматами даних. Організаціям потрібно прагнути уникати інтеграції шляхом розробки архітектур та використання інформаційних технологій, які дають можливість побудувати цілісну інформаційну систему, здатну розвиватись протягом тривалого часу. При купівлі програмного забезпечення організації повинні враховувати як миттєві, так і відкладені витрати на інтеграцію. Якщо інтеграції не можна уникнути з причин наявності legacy-систем і нестачі ресурсів на їх повне переопрацювання, рекомендується розробити одну інтеграційну платформу, яка зможе забезпечити можливість підключення та централізації систем та програм, що дозволяють здійснювати бізнес-процеси та вирішити проблеми інтеграції програмного забезпечення [45].

Урахування динаміки специфічних вимог оточення, складність задач системної інтеграції спонукають розробників до створення й широкого використання методів та засобів підтримки проектування інформаційних систем [54].

1.3. Цифрові заклади вищої освіти

Освіта не може залишатись осторонь глобальних процесів цифровізації. Зараз цифровізація освіти постає імперативом реформування освітньої галузі,

головним і першочерговим завданням ефективного розвитку інформаційного суспільства в Україні [50]. Більше того, вважається, що вища освіта – одна з найбільших галузей, яка має хороші позиції для отримання значних вигод від цифрової трансформації [33].

Сучасна державна політика в Україні визначає цифровізацію та цифрову трансформацію серед основних пріоритетів розвитку освіти. Пріоритетною складовою частиною реформи освіти, першочерговою до виконання оголошується формування ґрунтовної національної політики цифровізації освіти [83].

Робота з інформатизації університетів та інших закладів вищої освіти триває вже кілька десятиліть. За цей час, було ґрунтовно вивчено та сформульовано проблематику та вимоги до інформаційних систем, було здійснено багато впроваджень [48], [61], [62], [84], [97], [99].

Основні вимоги, сформульовані до такого роду систем, включають такі характеристики [84], [48]:

- інтелектуальність (система виконує функції, які раніше виконувались виключно людьми; з розвитком системи кількість цих функцій збільшується);
- інтегрованість (в перспективі система охоплює всі сторони життєдіяльності закладу);
- еволюційність (з еволюцією ЗВО система добудовується, але не перебудовується);
- гнучкість (система підтримує можливість змін у структурі ЗВО в цілому та будь-яких бізнес-процесах, що протікають в рамках навчального закладу, в тому числі можливість виникнення нових бізнес-процесів);
- відкритість (система відкрита для модифікації, модернізації, інтеграції з іншими системами, а також Internet);
- надійність (система гарантує достовірність даних, захист від помилок, стороннього втручання, втрати даних);

– конфіденційність (система підтримує нерозголос будь-якої особистої інформації осіб та службової інформації ЗВО, що введена до будь-якої з підсистем)

– індивідуальність (розробляється по індивідуальному проекту).

Проводилася робота над вирішення таких теоретичних та практичних проблем, як визначення змісту, спрямованості та обсягу інформаційних потоків, способів її збору, передачі та обробки. На основі вирішення вищезазначених проблем вдосконалювались інформаційні потоки і, по суті, пов'язані з цим документообіг в системі управління, визначалась інформація, необхідну для моніторингу та контролю. Проводились дослідження з інформаційного моделювання структур та процесів у ЗВО.

В цей же час розвивались комерційні освітні інформаційні системи, їх використання теж було популярним у вищих освітніх закладах.

В останнє десятиліття все більше фокус інформатизації зміщується від питань автоматизації до трансформаційної парадигми. Питання інформатизації освіти розглядається більш системно – як сукупність взаємопов'язаних організаційно-правових, соціально-економічних, навчально-методичних, науково-технічних, виробничих та управлінських процесів, спрямованих на задоволення інформаційних потреб або інших потреб, що пов'язані із впровадженням методів і засобів інформаційно-комунікаційних технологій, учасників освітнього процесу, а також тих, хто цим процесом управляє та його забезпечує (у тому числі здійснює його науково-методичний супровід і розвиток) [49], [107].

В [24] було досліджено думки осіб, що представляють групи, які є безпосередніми стейкхолдерами цифрової трансформації у вищій освіті, як лідери та фасилітатори змін і як ті, на кого вплине цифрова трансформація. Було опитано близько двох сотень керівників освітніх закладів, студентів та засновників освітніх стартапів з Європи, Північної Америки, Африки, Азії та Австралії. Дослідження показало великі очікування від інтерв'ююваних осіб стосовно цифрової трансформації в освіті. Всі групи визнали, що

"трансформація у вищій освіті є дуже важливою". Більшість керівників університетів обирають "золоту середину" з точки зору змін до діючої університетської моделі, але три чверті планують частково оцифрувати свої поточні операції, і в той же час розглядають створення нових цифрових моделей. Майже всі університети керівники очікують, що вища освіта зазнає кардинальних змін в наступні десять-п'ятнадцять років, але дуже мало хто визнав, що планує принципово створити нову цифрову модель для своїх університетів, що свідчить про високий рівень впевненості щодо місця традиційної університетської моделі в зміненому ландшафті вищої освіти. Поки керівники університетів «дивляться» на потенційні нові моделі, більшість в даний час розглядають технології як щось, що може забезпечити швидкий «поштовх» до залучення студентів та загалом покращити навчання.

Заклади вищої освіти України користуються в своїй роботі як інформаційними системами, що є на ринку, так і власними розробками, причому переважна кількість вітчизняних університетів намагаються вирішити питання автоматизації управління освітнім процесом власними силами [55]. До того ж, для освітян ввійшли в звичку комп'ютерні програми, що надає можливість скласти розклад навчальних занять, розподіляти аудиторний фонд університету або розраховувати навантаження викладачів. Однак, ефективність кожної з цих розробок є недостатньою, оскільки на даний час відсутній єдиний системний підхід до управління університетом. Ще однією негативною рисою є те, що програми від різних виробників не включають в себе стандартизованих інтерфейсів обміну даними, потребуючи додаткових зусиль для забезпечення їх інтеграції. Саме тому, поступово все більше університетів схиляються до ідеї придбання чи створення інтегрованої системи управління, яка надасть можливість автоматизувати усі сфери діяльності [54].

Було досліджено інформаційні системи управління, що використовуються у ЗВО України, зокрема:

- АСУ "Університет» – розробник ТОВ «UNITEX+»;
- Пакет комп'ютерних систем ПП "Політек-софт";

- АСУ "ВНЗ" – розробник Науково-дослідний інститут прикладних інформаційних технологій;
- ІАС «Університет» – розробник Херсонський державний університет;
- Електронна система управління ВНЗ "Сократ" – розробник Вінницький національний аграрний університет;
- ІАС управління університетом – розробник Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького;
- системи управління навчальним процесом для вищих навчальних закладів «Директива» та деякі інші.

Найбільш поширеним з них є пакет програм компанії Політек-СОФТ [96], що складається з модулів «Деканат», «ПС-ЄВРОДИПЛОМ», «ПС-Персонал», «ПС-Абітурієнт», «Колоквіум», «Бібліограф» та інших – його модулі використовуються більш, ніж в 30 ЗВО України.

Але використання готових програмних продуктів, що є на ринку, уособлює впровадження окремих фрагментарних рішень і не відповідає філософії цифрової трансформації. Оскільки в багатьох університетах використовуються системи різних розробників, необхідно здійснювати їх інтеграцію або як мінімум інтеграцію різноманітних баз даних, які використовуватимуть інформацію з інших систем. Готові програмні продукти не створюють єдину систему управління процесами ЗВО, не покривають усі об'єкти і процеси діяльності ЗВО та не враховують особливості окремого університету, а додаткові налаштування потребують подальших капіталовкладень [36]. Проведений в [63] аналіз наявних інформаційних систем управління ЗВО як в Україні, так і в інших країнах, свідчить про те, що створення таких систем йде по шляху автоматизації окремих напрямів діяльності університетів.

Пошук відповіді на питання оптимального шляху проведення цифрової трансформації ЗВО приводить до появи нових понять та концепцій вирішення даної проблеми. Зокрема, в [63] описано поняття єдиного інформаційного простору, побудова якого є метою проведення цифрової трансформації. Єдиний

інформаційний простір визначається як те, що складається з інформаційних систем відповідного функціонального призначення і повинен забезпечувати доступ до актуальної інформації про стан навчальних, науково-дослідних та адміністративно-господарських процесів, а також давати змогу здійснювати управління і контроль над ними загалом.

В [36] дається дещо інша понятійна модель – інформаційний простір ЗВО визначається як інформація, що отримується чи формується в ЗВО, яка необхідна для вирішення функціональних задач закладу вищої освіти, без прив'язки до інструментів. В той же час вводиться поняття цифрового простору (ЦП) – реалізованих в комп'ютерних засобах сховищ цифрової інформації, програмних засобів роботи з цими сховищами та організаційної інфраструктури, яка забезпечує функціонування цього простору. Ключову роль в концепції грає поняття єдиного цифрового простору функціонування всіх інформаційних систем і технологій, який включає інформаційні та функціональні середовища, що існують в ЗВО.

Тому пропонується проводити цифрову трансформацію ЗВО задля створення єдиного цифрового простору, який стане фундаментом вирішення функціональних задач в освітній, науковій, господарській, управлінській та інших сферах закладів вищої освіти [36].

В [67] дається більш детальний опис складових єдиного інформаційного простору: цифрове середовище, інструменти його формування, інструменти використання цифрового середовища, організаційні засади цифрової трансформації, методологія управління проектами цифровізації. В роботі робиться наголос на важливості вироблення методологічної концепції управління проектами перетворення вітчизняних закладів вищої освіти в цифрові університети як частини повної технології цифрової трансформації. В роботі показано, що ефективне управління цифровою трансформацією ЗВО можливе при застосуванні підходу "management by the projects". Однак відкритими залишились питання створення окремого від функціональних задач,

що мають бути автоматизовані, цифрового простору, який є самостійним системоутворюючим компонентом цифрового закладу вищої освіти [67].

В [36], [87], [111] робиться висновок про важливість наукової та практичної значимості системотехнічного підходу цифрової трансформації ЗВО. Пропонується системотехнічна концепція цифровізації ЗВО, яка інтегрує описану вище методологічну концепцію управління проєктами цифрової трансформації ЗВО з системним і процесним підходом. Такий підхід поєднує визначення процесів ЗВО, ефективне управління ними в цифровому середовищі та використанні цього середовища для автоматизованого вирішення функціональних задач ЗВО. Відповідно пропонується розробити системотехнічну концепцію цифрової трансформації закладів вищої освіти, яка б відображала процеси, функції, структури та інструменти управління проєктами цифровізації ЗВО та інтегрувала б використання цієї концепції з реальних умов та станом інформатизації, що існують в закладах вищої освіти України.

В [111] в центр дослідження ставиться поняття інформаційно-освітнього середовища навчального закладу, яке, базуючись на системному підході, вважається складноструктурованою соціотехнологічною та інформаційно-управлінською системою, до складу якої, з одного боку, входять люди (суб'єкти управління та учасники освітнього процесу), а з іншого боку різні за призначенням і особливостями будови техніко-технологічні об'єкти, насамперед, інформаційні системи. Пропонується концептуальні підходи до побудови "SMART-моделі закладу освіти та SMART-університету", які ґрунтуються на технологіях і принципах, серед яких провідну роль грає комплексне розв'язання проблеми проектування інформаційно-освітнього середовища на базі створення єдиної інформаційної системи навчального закладу шляхом формування корпоративної комунікативної інфраструктури, використання сучасної обчислювальної техніки та обладнання і програмних засобів із подальшою інтеграцією різних інформаційних систем до загального комплексу взаємопов'язаних програмних продуктів і технічних рішень та

побудови системи управління його розвитком. Зазначається, що використання запропонованих технологій і принципів дає можливість не тільки обґрунтувати та запровадити нові форми управління, навчання, адекватні сучасному етапу суспільного розвитку, але ще й підвищити мотивацію учасників освітнього процесу під час проведення освітньої, науково-дослідної та інших робіт, сприяти підвищенню ефективності управління навчальним закладом, знизити сукупну вартість володіння ІТ-ресурсами та збільшити економічну ефективність застосування інформаційних продуктів у цілому, тобто наголошується на важливості трансформаційної складової впровадження інформаційно-освітнього середовища та інформаційних технологій. Однак, в роботі не пропонується конкретної інформаційної технології для вирішення проблеми проектування інформаційно-освітнього середовища з зазначеними характеристиками.

В [49] центральним елементом інформатизації освіти зазначається інформаційно-комунікаційне середовище, що є більше технологічною системою. Воно базується на широкому впровадженні в систему освіти методів і засобів інформаційно-комунікаційних технологій і створенням комп'ютерно-орієнтованого інформаційно-комунікаційного середовища на його основі. Дане середовище наповнюється електронними науковими, освітніми та управлінськими інформаційними ресурсами з наданням можливостей учасникам освітнього процесу здійснювати доступ до ресурсів середовища, використовувати його засоби і сервіси при розв'язуванні різних завдань.

[17] фокусує увагу на технічних аспектах цифрової трансформації. Корпоративна ІТ-архітектура вищих навчальних закладів вказується як один з ключових факторів цифрової трансформації всієї системи вищої освіти України. Визначається, що серед основних проблем цифрової трансформації системи освіти є труднощі об'єднання різних технічних рішень, тобто, інтеграції різних комп'ютерних систем. Автори пропонують рішення через створення єдиного інформаційного простору для цифрової взаємодії університетів на основі збіжної хмарно-орієнтованої платформи всієї системи

освіти України. Однак, даний напрям є складним в реалізації, оскільки ЗВО мають різні методики, практики та традиції роботи, а також різні бази даних тощо.

В [32] автори зосереджуються на аспектах цифрової трансформації, пов'язаних з даними, маючи на увазі, що дані самі по собі є активом, якщо вирішити проблему перетворення цих даних у цінність. Основною метою процесу цифрової трансформації у вищій школі визначається переосмислення рівня освіти послуг та переробка операційних процесів в організаціях. Виділяються три можливих підходи до досягнення цієї мети. Перший передбачає насамперед трансформацію сервісів – трансформація сервісів передувє внесенням ключових удосконалень та змін у операції, в процесну діяльність. Другий передбачає насамперед трансформацію операційної діяльності – трансформація, спрямована на виявлення нових та внесення змін до існуючих цифрових процесів, видів діяльності та операцій, як основи для подальшої трансформації сервісів. Третій – це сервісно-операційний підхід, комбінація першого та другого підходів. Автори проводять дослідження на основі другого підходу, зосереджуючи увагу на обробці даних (в тому числі з використанням методів BigData) для вироблення рішень, в тому числі направлених на трансформацію освітнього закладу.

В роботі [19] дослідження відбувається навколо концепції Університет 4.0, що перегукується з Індустрія 4.0 та концепції Agile development, добре відомої в сфері розробки програмного забезпечення та керування проєктами. Забезпечення гнучкості освітньої організації оголошується пріоритетом. Гнучкість – це спосіб легше адаптовувати змінив організації. Гнучкі методи фокусуються на людях, технологіях та процесах співпрацюючи з усіма зацікавленими сторонами та пристосовуючись до змін, щоб мати змогу вчасно і в повній мірі скористатися вікнами можливостей. Пропонується розроблена 7-рівнева модель управління процесом цифрової трансформації (рис.1.1), реалізація якої дає можливість університету не відставати від трендів 4.0. Дана модель цифрової трансформації організації охоплює управління сімома

процесами і застосовує багатокритеріальні методи підтримки прийняття рішень, при цьому залишаючись гнучкою, щоб допомогти університету подолати виклики сучасності і постійно вигравати від гнучкості. В методах, використання яких базується на даній моделі, вбудовані принципи централізації даних – все програмне забезпечення повинно виробляти дані, які будуть розміщені в сховищі даних та використання проєктного підходу – забезпечити використання існуючого програмного забезпечення та програм, які будуть розгорнуті в майбутньому, враховуючи всі обмеження проєкту цифровізації, такі, як якість та бюджет.

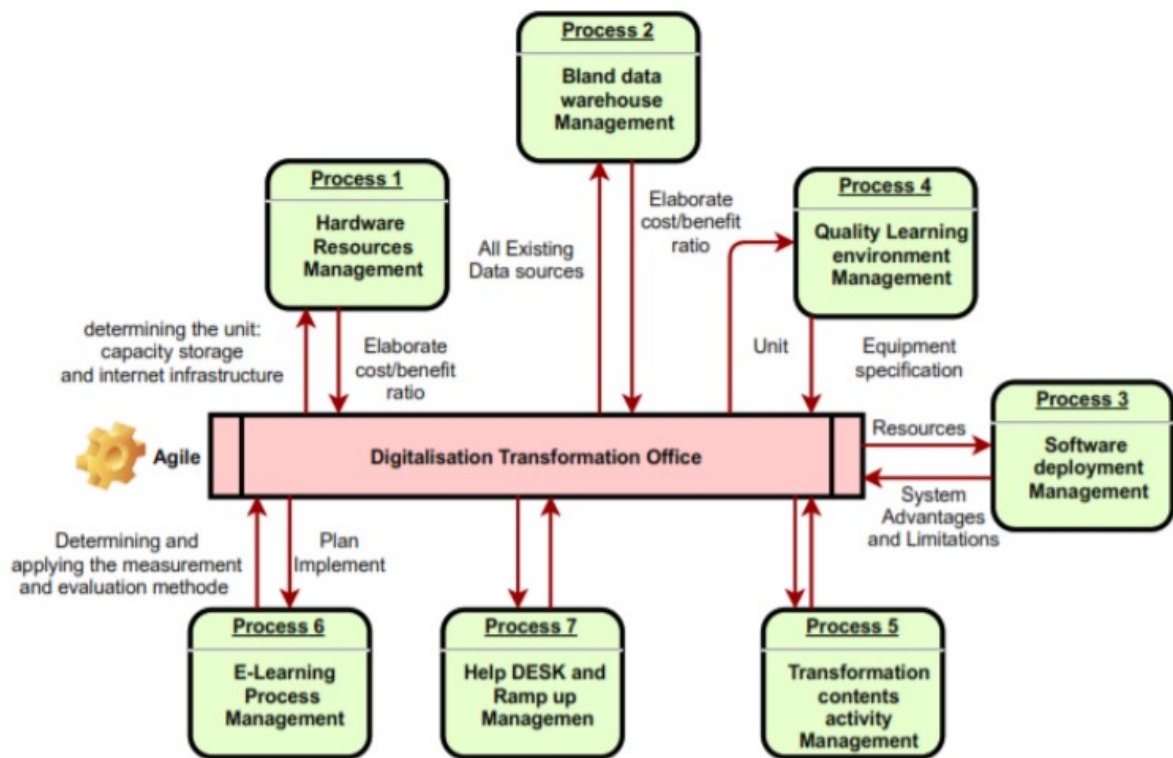


Рис. 1.1. Гнучка модель цифрової трансформації [19]

Вивчення досвіду використання інформаційних систем управління в європейських та інших закордонних університетах та процесів цифрової трансформації в них показує значний інтерес та певні успіхи в цій сфері. При цьому відзначається прогрес у розробленні стратегій інформатизації та діяльності структур управління ІТ в університетах [4], [18], звертається увага на використання ІТ-стратегій на основі системного підходу в умовах цифрової трансформації [13].

Однак, не зважаючи на велику кількість зроблених досліджень, розроблених документів, пріоритет цифрової трансформації для урядів багатьох країн, радикальні зміни в способах ведення багатьох видів бізнесу і зміни в публічній сфері, не можна стверджувати, що процес цифрової трансформації в українських та зарубіжних закладах вищої освіти проходить швидко та безпроблемно. В дослідженні стану цифрової трансформації європейських університетів [20] зазначається, що цифрова трансформація, як загальна концепція, не є основною проблемою для університетів, що досліджувались; хоча університети обізнані з перевагами цифрових технологій для основних діяльностей університетів, їм не вистачає здатності імплементувати трансформацію в цілому, так, щоб її наслідків докорінним чином вплинули на всі види діяльності та управління університетом.

Отже, проведений аналіз вітчизняних і зарубіжних публікацій показав, що:

- питанням моделювання, проєктування, створення і впровадження інформаційних систем управління освітньою діяльністю ЗВО приділяється ще недостатньо уваги;

- через це створення, впровадження та використання інформаційних технологій у багатьох ЗВО нашої країни відбувається хаотично, епізодично, фрагментарно та, інколи, без дотримання стандартів;

- при побудові інформаційних систем домінує стандартний підхід, який характеризується тим, що відсутнє єдине інформаційне середовище, основою вирішення функціональних задач є позадачний підхід, первинна документація, інформація бізнес-процесів підрозділів ЗВО не проходить добазову обробку, а вноситься за допомогою функціональних систем чи підсистем, часто в окремі бази даних, які можуть бути створені в різних СУБД;

- у більшості випадків використовується велика кількість ІТ-систем та додатків, але вони є лише частково інтегрованими;

- іноземні рішення в галузі управління освітньою діяльністю не присутні в ЗВО України, тому що вони зазвичай є комерційними продуктами, з

англомовним інтерфейсом, вимагають наявності ліцензованого програмного забезпечення високої вартості і не враховують специфіки українських ЗВО;

– існує недостатньо прикладів успішних цифрових трансформацій, бракує науково-базованих методологічних та технологічних розробок для проведення успішних цифрових трансформацій.

В [67], [36], [102] пропонується відхід від класичної позадачно-інтеграційної парадигми побудови інформаційних систем ЗВО і перехід до концепцій системної цифровізації та цифрової трансформації на основі створення цифрового університету та інтеграції процесного, проєктного та системного підходу до створення цифрового університету. За допомогою методів процесного підходу пропонується виділити основні процеси і створити систему управління ними. За допомогою методів проєктного підходу пропонується виділити окремі проєкти і створити систему управління ними. За допомогою методів системного підходу пропонується створити інтегроване інформаційне і функціональне середовища цифрового університету і на їх основі будувати інструменти вирішення функціональних задач. Однак в роботах не описано моделей та методів інформаційної технології, які могли б бути базисом для реалізації цифрової трансформації ЗВО.

1.4. Постановка задачі дослідження

В попередніх підрозділах було розглянуто історію та ключові питання цифрової трансформації, включно з цифровою трансформацією закладів вищої освіти в Україні та за кордоном. У розділі описано еволюцію ідей інформатизації та цифрової трансформації, зроблено аналіз понятійного апарату в цій сфері, розглянуто з різних боків термін "цифрова трансформація". Розглянуто державну політику в сфері інформатизації, проаналізовано документи уряду, Міністерства цифрової трансформації України та Міністерства освіти і науки України. Відзначено, що в останні роки напрям цифрової трансформації в Україні став пріоритетом державної політики.

Проаналізовано проблеми впровадження інформаційних систем на підприємствах та організаціях, в тому числі закладах вищої освіти. Аналіз показує, що найчастіше інформаційні системи впроваджуються несистемно, фрагментарно, що призводить до численних дублювань в даних, процедурах їх обробки і, як наслідок, до дублювання роботи працівників, збільшення кількості помилок; крім того, відбувається інформаційна функціональна "фрагментація" в організаціях. Відповіддю на "фрагментацію", зазвичай, є спроби інтеграції інформаційних систем. Проблема інтеграції проаналізована з точки зору ефективності; зроблено висновок, що часто вартість інтеграції перевищує вартість самих інформаційних систем чи модулів, що інтегруються; повна інтеграція всіх інформаційних систем підприємства чи організації не завжди є ефективною внаслідок високих витрат.

Зроблено аналіз стану цифровізації та цифрової трансформації закладів вищої освіти. Відзначено, що наявність декількох ізольованих інформаційних систем у ЗВО України є поширеною практикою. Також відзначено наявність великої кількості досліджень в галузі цифровізації та цифрової трансформації як в Україні, так і за кордоном, про що свідчить збільшення кількості наукових праць в цій галузі. Дослідження стосуються питання цифрової трансформації різноманітних підприємств та організацій (в тому числі в сфері освіти), а також трансформації економіки в цілому. В низці досліджень пропонується відхід від стандартної позадачно-інтеграційної парадигми побудови інформаційних систем ЗВО і перехід до системної цифровізації та цифрової трансформації на основі створення цифрового університету та інтеграції процесного, проєктного та системного підходу до створення цифрового університету.

Отже, **основна ідея** роботи полягає в наступному: на основі використання принципів системного підходу, методів системного проєктування у поєднанні з використанням сучасних методів та засобів моделювання, проєктування та розробки інформаційних систем разом з методами організації процесу розробки на основі науково обґрунтованих методологій проєктного менеджменту

реалізувати інформаційну технологію, використання якої надало б можливість ефективно та послідовно провести цифрову трансформацію ЗВО.

Таким чином, **наукова проблема** цієї дисертаційної роботи може бути сформульована наступним чином: розробити методи і моделі цифровізації закладів вищої освіти на основі об'єднання всіх функцій, процедур і інформаційних баз в єдину концентричну інформаційну технологію цифрової трансформації освітньої діяльності ЗВО.

Об'єктом дослідження є процеси цифрової трансформації освітньої діяльності закладів вищої освіти.

Предметом дослідження є концентрична інформаційна технологія цифрової трансформації освітньої діяльності закладів вищої освіти.

Метою роботи є підвищення ефективності освітньої діяльності ЗВО за рахунок створення та використання концентричної інформаційної технології цифрової трансформації освітньої діяльності ЗВО, яка буде інтегрувати всі інформаційні бази, методи та засоби вирішення функціональних задач закладу вищої освіти в єдиний цифровий простір.

Для досягнення поставленої мети і з врахуванням наведеної основної ідеї роботи в дисертації необхідно вирішити наступні наукові і науково-технічні **задачі**:

- розробити концепцію побудови концентричної моделі інформаційної технології цифрової трансформації закладів вищої освіти;
- розробити концентричну модель інформаційного середовища та інформаційної технології цифрової трансформації ЗВО;
- створити модель міжшарової взаємодії в концентричній інформаційній технології цифрової трансформації ЗВО;
- розробити метод формування інформаційної технології вирішення функціональних задач закладів вищої освіти;
- створити метод управління інформацією закладів вищої освіти;
- здійснити практичну реалізацію концентричної інформаційної технології цифрової трансформації ЗВО.

Висновки до розділу 1

1. Ідеї впровадження принципів цифрової трансформації розвиваються впродовж кількох десятиліть. Вони пройшли шлях від автоматизації рутинних операцій з інформацією до докорінного впливу інформаційних технологій на організаційні процеси на підприємствах і установах. В останні роки цифрова трансформація в Україні з'явилась серед пріоритетів державної політики, свідченням чого стало створення Міністерства цифрової трансформації. Політика міністерства направлена на реалізацію проєктів цифрових трансформацій, насамперед національного масштабу, у великій кількості галузей економіки та громадського життя, в тому числі в освіті.

2. Впровадження інформаційних систем на підприємствах та організаціях зазвичай відбувається поступово і фрагментарно, внаслідок чого типова схема інформатизації – це наявність декількох систем, що розроблялись в різний час, на різних платформах у відповідності з різним розумінням предметної галузі. Тобто, існують окремі технологічні "острівці", часто не пов'язані між собою, в яких може бути багато дублювання даних та дублювання процедур роботи з даними.

3. При існуванні на підприємстві чи в установі кількох окремих інформаційних систем або при придбанні сторонньої системи постає питання інтеграції цих систем. Інтеграція – це витратна частина розробки та впровадження ІС, часто більш витратна, ніж придбання самої системи. Підприємствам та організаціям варто прагнути до уникнення інтеграції, наприклад, завдяки розробці архітектур та використання інформаційних технологій, що дають можливість побудувати цілісну інформаційну систему, здатну розвиватись протягом тривалого часу.

4. Зараз цифровізація освіти є обов'язковою і пріоритетною частиною реформування освітньої галузі. В останнє десятиліття все більше фокус інформатизації зміщується від питань автоматизації до трансформаційної парадигми. Питання інформатизації освіти розглядається більш системно. Вища

освіта – одна з тих галузей, яка може отримати найбільші вигоди від цифрової трансформації.

5. Ситуація зі впровадженням ІС в ЗВО України є схожою з загальною тим, що зазвичай в одному закладі використовується багато різних інформаційних систем, що цифровізують окремі ділянки чи процеси, часто не включаючи в себе інтерфейси обміну даними і, відповідно, потребують значних зусиль для їх інтеграції. Ефективність такого підходу є недостатньою, бракує єдиного системного підходу до управління університетом. Особливістю використання ІС в ЗВО України є те, що багато з них користуються власними розробками.

6. Дослідження в галузі цифрової трансформації ЗВО вказують на важливість системотехнічного підходу. Пропонується змінити парадигми побудови інформаційних систем ЗВО і перейти до концепцій системної цифровізації та цифрової трансформації на основі створення інтеграції процесного, проектного та системного підходу до створення цифрового університету.

7. Існує актуальна науково-практична проблема: використовуючи принципи системного підходу, методи системного проектування, сучасні методи та засоби моделювання, проектування та розробки інформаційних систем, на основі науково обґрунтованих методологій проектного менеджменту реалізувати інформаційну технологію, яка б дала можливість ефективно та послідовно провести цифрову трансформацію ЗВО.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ КОНЦЕНТРИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Світові тенденції розвитку суспільства, освіти, науки, економіки спрямовані на перехід до цифрової трансформації. По суті це означає, що всі процеси суспільної, освітньої, наукової, підприємницької та інших видів діяльності повністю переходять в цифрове середовище. Саме для цього, в першу чергу, потрібна цифровізація закладів вищої освіти. Потрібне створення цифрових університетів [67]. Це обумовлено необхідністю інформаційного забезпечення, моніторингу і контролю процесу надання освітніх, наукових, науково-технічних послуг, що сприяє підвищенню рівня освітньої та наукової всіх видів діяльності університету, покращенню координації діяльності всіх його структурних підрозділів, прозорості управлінських процесів та зростанню продуктивності роботи колективу ЗВО.

Традиційні підходи до автоматизації діяльності ЗВО вже не відповідають вимогам часу. Автоматизовані системи навчання, управління, обліку і т.д. не тільки не вирішують всіх задач ЗВО, вони ще й розділяють інформаційний простір по окремим «коміркам», у відповідності з тими функціональними задачами, для вирішення яких потрібна та чи інша інформація. Зазвичай це розрізнені інструменти, які не об'єднані в єдину систему вирішення функціональних задач ЗВО. І, звичайно, такий підхід не дозволяє ефективно реалізувати проекти цифровізації, не дозволяє створити єдину систему побудови цифрових університетів. Потрібні нові підходи, нові концепції цифрової трансформації закладів вищої освіти. Потрібні підходи, що надають можливість об'єднати всі процеси створення і використання програмно-інформаційних засобів задля побудови цифрових університетів [101].

Структура, перелік, підпорядкованість та розподіл функцій в ЗВО в процесі цифрової трансформації залежать від багатьох характерних для

динамічного оточення факторів, що призводять до формування різних інформаційних баз та засобів цифровізації. Оскільки кількість таких факторів в цифровій трансформації значна, необхідно реалізувати системний підхід до побудови інформаційних технологій цифрової трансформації ЗВО (ІТ ЦТ ЗВО). А для цього необхідна розробка методів, моделей і засобів управління організаційною, функціональною, інформаційною структурою процесів цифрової трансформації ЗВО. Тому виникає актуальна наукова задача, яка полягає в створенні концентричної інформаційної технології (КІТ) цифрової трансформації ЗВО, яка б інтегрувала всі інформаційні бази, методи та засоби вирішення функціональних задач в єдиний цифровий простір задля максимального забезпечення інформаційних потреб закладів вищої освіти.

Вирішенню цієї наукової задачі і присвячена дана дисертаційна робота.

2.1. Основні поняття та визначення

Понятійний апарат роботи формується на перетині освітніх процесів ЗВО, системно-методологічних основ інформаційних технологій та понять і визначень, які останнім часом виникли в сфері цифровізації.

Розглянемо основні визначення, що, що утворюють понятійний апарат дисертаційної роботи.

Визначення 2.1. Цифрова трансформація ЗВО – процес, що полягає у змінах в організаційній, функціональній, технологічній та інформаційній інфраструктурі ЗВО, спричинених цифровізацією освітнього та управлінського процесу закладу вищої освіти.

Визначення 2.2. Мета цифрової трансформації освітньої діяльності ЗВО – організаційна, функціональна, технологічна, інформаційна модернізація закладу вищої освіти задля підвищення ефективності і якості освітньої діяльності за рахунок впровадження інструментів цифровізації, що забезпечує більш повне і своєчасне задоволення інформаційних потреб ЗВО за рахунок

зберігання необхідної інформації в цифровій формі в базах даних і знань сучасних комп'ютерних інформаційних систем.

Наслідок 2.1. Результатом цифрової трансформації є:

- забезпечення ефективного управління, планування і використання інформаційних ресурсів ЗВО;
- підтримка відповідності якості підготовки фахівців державним стандартам і міжнародним вимогам;
- формування єдиного цифрового простору ЗВО;
- створення системи інформаційного забезпечення ЗВО;
- розробка та впровадження засобів інформаційно-аналітичної підтримки діяльності всіх структурних підрозділів ЗВО;
- впровадження методів ефективного керування об'єктно-орієнтованим динамічним навчальним середовищем;
- реалізація ефективної взаємодії між відокремленими та внутрішніми підрозділами ЗВО, студентами і ЗВО, іншими ЗВО, в тому числі іноземними;
- створення необхідних умов для забезпечення кадрового складу, студентів, слухачів та суспільства своєчасною, достовірною та повною інформацією щодо ЗВО шляхом широкого використання інформаційних технологій.
- інтеграція ЗВО в національний та світовий інформаційні простори.

Визначення 2.3. Інформаційні потреби ЗВО – інформаційний ресурс, необхідний працівникам, студентам, аспірантам закладу вищої освіти для ефективного і якісного виконання ними своїх функціональних обов'язків.

Для забезпечення інформаційних потреб ЗВО необхідно:

1. Ідентифікувати інформаційний ресурс, необхідний працівникам, студентам, аспірантам ЗВО.
2. При необхідності оцифрувати інформаційний ресурс, в т.ч. застосовуючи сучасні інформаційні технології.
3. Розмістити інформаційний ресурс в цифровому середовищі.

4. Надавати інформаційний ресурс працівникам, студентам, аспірантам ЗВО.

Для реалізації п.2, п.3 і п.4 необхідно створити, впровадити і використовувати інформаційну технологію цифрової трансформації ЗВО.

Визначення 2.4. Інформаційна технологія цифрової трансформації ЗВО – технологічна система методів і засобів формування інформаційного ресурсу ЗВО шляхом оцифрування, зберігання і надання необхідної інформації працівникам, студентам і аспірантам ЗВО.

Для розробки інформаційних технологій цифрової трансформації необхідно спочатку створити деякий науково-методологічний базис.

Визначення 2.5. Науково-методологічний базис інформаційних технологій цифрової трансформації ЗВО – загальний набір моделей, методів, правил, алгоритмів, прийомів та теоретичних узагальнень, направлених на вивчення та виділення важливої для здійснення цифрової трансформації інформації та створення методів і засобів її перетворення в цифровий простір ЗВО.

Визначення 2.6. Цифровий простір (ЦП) – це реалізовані в комп'ютерних засобах сховища цифрової інформації, інструменти ведення цих сховищ і вирішення функціональних задач та організаційна інфраструктура, яка забезпечує функціонування цього простору.

Цифровий простір є частиною інформаційного простору ЗВО і формується в процесі цифрової трансформації ЗВО. Містить два компоненти.

Наслідок 2.2. Компонентами цифрового простору ЗВО є:

– функціональний компонент – методи і засоби інформаційної технології цифрової трансформації ЗВО;

– інформаційний компонент – інформація, отримана в результаті реалізації інформаційної технології цифрової трансформації.

Визначення 2.7. Інформаційний компонент цифрового простору ЗВО – інформація (дані), необхідні для реалізації освітнього, та інших процесів в ЗВО, і яка знаходиться в інформаційних базах сучасних інформаційних систем.

Визначення 2.8. Функціональний компонент цифрового простору ЗВО – функції створення інформаційного компоненту та функції управління створенням інформаційного компоненту.

Визначення 2.9. Інформаційний простір ЗВО – інформація, що отримується чи формується в ЗВО, і яка необхідна для вирішення функціональних задач закладу вищої освіти.

Інформаційний простір ЗВО – більш широка категорія, ніж цифровий простір. Інформаційний простір – це вся інформація, що є в ЗВО. В тому числі в пам'яті працівників і різноманітних документах, що супроводжують діяльність закладу вищої освіти. Цифровий простір – частини інформаційного простору, що зберігається в комп'ютерах.

Цифровий простір ЗВО можна представити як сукупність цифрових об'єктів.

Визначення 2.10. Цифровий об'єкт – графічне зображення, текст, звуки, відео, комп'ютерна програма які формують у спостерігача уявлення (інформованість) про сутність об'єктів чи процесів, що відбуваються в предметній області ЗВО.

Визначення 2.11. Клас цифрових об'єктів – множина однотипних цифрових об'єктів (наприклад, графіків).

Для управління цифровою трансформацією необхідно застосовувати проєктний підхід [37], [67]. Це пов'язано з тим, що цифрову трансформацію не можна розглядати як один цілісний процес. Цифрова трансформація – це набір проєктів по створенню елементів цифрового простору, пов'язаних з розв'язуванням різноманітних функціональних задач.

Проєкти цифрової трансформації є проєктами розвитку ЗВО.

Визначення 2.12. Проєкт розвитку ЗВО – це проєкт, спрямований на розвиток або модернізацію ЗВО шляхом зміни організаційної, функціональної чи інформаційної інфраструктури, технологій і систем обробки інформації (управління), або інших характеристик.

Визначення 2.13. Мета реалізації проєкту розвитку ЗВО – отримання кращих результатів діяльності закладу вищої освіти.

Визначення 2.14. Під проєктом цифрової трансформації ЗВО будемо розуміти проєкт розвитку ЗВО, орієнтований на створення конкретного програмно-інформаційного продукту в рамках обмежених термінів, ресурсів, заданого бюджету та взаємозв'язку з формуванням інших продуктів.

Метою реалізації проєкту цифрової трансформації ЗВО є створення програмно-інформаційних засобів, які мають бути впроваджені в діяльності закладу вищої освіти з одночасним виконанням ряду технічних, економічних, фінансових та екологічних вимог до таких об'єктів.

У закладах вищої освіти зазвичай створюється багато програмно-інформаційних засобів, які відносяться до тих чи інших сфер діяльності ЗВО. Вони є конкретними (програми чи технології, ремонти чи розробки систем), або абстрактними (знання, досвід, емоційний стан та ін.). В подальшому ці результати будемо називати продуктами проєктів цифрової трансформації.

Визначення 2.15. Під продуктом проєкту цифрової трансформації будемо розуміти: програмні та технічні засоби, інструменти дистанційного навчання, інформаційний базис освітнього процесу та ін.

З визначення 2.14 випливає, що цифрова трансформація ЗВО є програмою розвитку ЗВО, що передбачає реалізацію:

- проєктів цифровізації освітнього процесу ЗВО;
- проєктів цифровізації інших видів діяльності ЗВО;
- проєктів розвитку ІТ-інфраструктури ЗВО;
- проєктів створення цифрових технологій управління ЗВО.

Визначення 2.16. Під програмою цифрової трансформації ЗВО будемо розуміти проєкти цифрової трансформації, спрямовані на реалізацію одного цілісного завдання – цифровізація всіх сторін діяльності ЗВО.

Для створення інформаційної технології цифрової трансформації ЗВО, яка б забезпечувала виконання програми цифрової трансформації, необхідно спочатку побудувати структуру цифрового простору ЗВО. А для цього дуже

важливо спочатку визначити, які цифрові об'єкти і як можуть бути використані в закладі вищої освіти. Необхідно ідентифікувати інформаційні потреби ЗВО і визначити, які елементи цифрового простору зможуть їх задовольнити. А потім побудувати таку структуру цього простору, яка найліпшим чином дозволить задовольняти ці потреби.

2.2. Програма цифрової трансформації ЗВО

Цифрова трансформація ЗВО повинна базуватися на системному підході до побудови складних організаційно-технічних систем, що передбачає декомпозицію досліджуваного процесу з метою побудови його опису за описом окремих частин цього процесу [109]. Виділимо два види структурних описів. По-перше, опис програми цифрової трансформації ЗВО як об'єктивно існуючої категорії. По-друге, опис ключового ресурсу цієї програми – інформаційної технології цифрової трансформації ЗВО. Розглянемо їх детально.

Представимо програму цифрової трансформації ЗВО через множину проєктів, орієнтованих на цифровізацію ЗВО:

$$P = \{\pi_j\}, j = \overline{1, n}, \quad (2.1)$$

де P – програма цифрової трансформації ЗВО;

π_j – проєкт цифрової трансформації ЗВО.

Найбільше значення для програми цифрової трансформації мають характеристики проєктів, пов'язані зі специфікою діяльності ЗВО та з інформаційними технологіями. До найбільш суттєвих характеристик проєктів цифрової трансформації, які відносяться до питань створення інформаційних технологій можна віднести:

$$\pi_j = \langle M_j, R_j, S_j \rangle, \quad (2.2)$$

де M_j – продукт проєкту;

R_j – вигоди від реалізації проєкту;

S_j – витрати на проєкт.

Виходячи з наслідку 2.2 проекти програми цифрової трансформації спрямовані на реалізацію різноманітних заходів щодо:

– створення і впровадження функціонального компоненту цифрового простору ЗВО – методів і засобів інформаційної технології цифрової трансформації;

– розроблення засобів інформаційної технології цифрової трансформації задля створення інформаційного компоненту цифрового простору ЗВО.

Формування портфеля проектів, виходячи з виразу (2.2), може виконуватись на основі наступної моделі:

$$\sum_{\pi_j} [R_j - S_j] \rightarrow \max, \quad (2.3)$$

при обмеженнях

1. Задані проекти (2.1).
2. Задані витрати-вигоди проектів (2.2).
3. Задано обмеження бюджету

$$\sum_l s_l \leq S_0,$$

де S_0 – бюджет програми цифрової трансформації ЗВО.

В результаті реалізація портфеля «вигідних» проектів дозволяє не тільки створити цифровий простір, але й мінімізувати витрати на цифрову трансформацію ЗВО.

Орієнтовний склад проектів цифрової трансформації ЗВО показано в додатку А.

Тепер розглянемо основний ресурс цих проектів – інформаційну технологію цифрової трансформації закладу вищої освіти.

2.3. Технологічна класифікація наповнення цифрового простору закладів вищої освіти

Метою цифрової трансформації закладу вищої освіти є його розвиток через створення та використання цифрового простору (ЦП ЗВО). Цифровий простір розуміється як сукупність документів, які є в ЗВО, інформаційних баз та засобів їх ведення, а також інструментів вирішення функціональних задач (визначення 2.6). Отже, чим більше задач, інформаційних баз і інструментів, тим різноплановішим буде цифровий простір і тим складніше створити єдину інформаційну технологію цифрової трансформації. Для створення такої технології спочатку структуруємо цей простір.

Всі продукти програми цифрової трансформації ЗВО можна віднести до забезпечуючого і функціонального компонентів цифрового простору.

2.3.1. Забезпечуючий компонент цифрового простору закладу вищої освіти

До продуктів, що є результатами програми цифрової трансформації ЗВО, відносяться об'єкти і процеси цифрового простору, які забезпечують отримання результатів, перерахованих в наслідку 2.1. До таких забезпечуючих елементів цифрового простору можна віднести:

- єдиний інформаційний простір ЗВО та його підрозділів;
- надійна робота серверів;
- підвищення продуктивності роботи комп'ютерної мережі;
- технології дистанційного навчання в університеті;
- єдиний організаційний, програмний та інформаційний базис функціонування інформаційних систем підрозділів університету;
- зниження витрат на видання та перехід на сучасні способи доставки наукової інформації до споживачів;
- організація тренінгів для створення дистанційних курсів та ін.

2.3.2. Функціональний компонент цифрового простору закладу вищої освіти

До функціонального компоненту цифрового простору можна віднести технологічні системи ведення інформаційних баз та автоматизації освітнього, наукового, управлінського, господарського та інших процесів ЗВО. Традиційно, виходячи з продукту функцій, які реалізуються в цьому компоненті, можна виділити наступні технологічні системи [101], [115].

1. Нормативно-довідкова інформація (НДІ). В основі простору знаходиться постійна, або умовно-постійна інформація, яку прийнято відносити до нормативно-довідкової бази. В умовах ЗВО вона включає, наприклад, опис студентів, документи про освіту: дипломи, атестати, додатки до дипломів, дані, які відображають інформаційний простір ЗВО: підрозділи, керівники, контакти і т. п., опис викладачів тощо.

Нормативно-довідкова інформація використовується як для вирішення функціональних задач, так і для формування тієї частини цифрового простору, яка і використовується для вирішення цих задач. Цю частину цифрового простору назвемо функціональною інформаційною базою.

2. Функціональні інформаційні бази. Це інформація, яка використовується для розв'язування функціональних задач, або яка є продуктом (розв'язком) цих задач. Зокрема, це:

- інформація, що супроводжує діяльність студентів зокрема відомості про: оцінки, подяки і догани, проживання в гуртожитках, участь в конкурсах, олімпіадах, художній самодіяльності, спортивних заходах, академічній мобільності, студентському самоврядуванні і т.п.;

- інформація освітнього процесу: екзаменаційні, залікові та інші відомості, журнали відвідуваності і т. п.;

- навчальні і робочі навчальні плани: дисципліни, види занять, обсяги роботи;

- навчальні матеріали (файли): конспекти лекцій, презентації, методичні вказівки, посібники, підручники, відеолекції і т.п.;
- річне навчальне навантаження по кафедрам;
- навчальне навантаження викладачів;
- план навчального процесу: графік навчального процесу, розклад занять;
- робочі програми: формальний опис дисциплін та ін.

3. Інформаційна технологія вирішення функціональних задач ЗВО.

Інформаційна технологія вирішення функціональних задач використовує інформаційний ресурс, розміщений в базах нормативно-довідкової інформації та інформації функціональних задач ЗВО. Традиційно інформаційна база функціональних задач ЗВО розбита на бази даних різних задач, до яких застосовуються інструменти інтеграції задля створення єдиного інформаційного середовища. Інструменти цієї технології, як і в традиційних інформаційних системах, в сфері освітньої діяльності ЗВО вирішують задачі:

- обробки навчальних і робочих навчальних планів;
- розрахунку навчального навантаження;
- організація дистанційного навчання і електронного тестування;
- формування розкладу занять;
- проведення бізнес-операцій в сфері навчання студентів, таких, як відрахування, поновлення, направлення в академічну відпустку та виведення з академічної відпустки, переведення зі спеціальності на спеціальність, зміну фінансування тощо;
- забезпечення вибору студентами вибіркового дисциплін та формування на основі цієї інформації відповідних документів;
- формування документів, що стосуються сесійного контролю знань;
- розрахунок стипендіального рейтингу;
- формування додатку до диплома;
- аналізу поточної та семестрової успішності студентів;

– безпосереднє управління освітньою діяльністю закладу вищої освіти, в тому числі призначення доручень та контроль їх виконання.

Не тільки використання, але й наповнення і ведення функціональної інформаційної бази реалізується в інформаційних системах, що вирішують наведені функціональні задачі. Але для створення цифрового простору ЗВО необхідно стандартизувати інструменти, які реалізують алгоритми наповнення, ведення і використання функціональної інформаційної бази, відділити їх від засобів вирішення функціональних задач.

Необхідно створити технологію управління інформацією цифрового ЗВО.

4. Інформаційна технологія управління інформацією ЗВО. Задача створення цифрового простору повинна бути відокремлена від функціональних задач, які підлягають автоматизації і повинна виступати як самостійний системоутворюючий компонент цифрового ЗВО. Для цього необхідне створення наскрізної (відносно функціональних задач) технології управління інформацією закладу вищої освіти. При наявності такої інформаційної технології спрощується і питання вирішення функціональних задач. В першу чергу тому, що ряд функцій обробки інформації переноситься в технологію управління інформацією ЗВО. По-друге, засоби вирішення функціональних задач будуть оперувати інформацією, яка є загальнодоступною і яка формується колективно всіма інструментами цифрового ЗВО, а не належить лише цій задачі і формується її інструментами [101].

Важливо виділити, отримати і зберігати інформацію, яка використовується в різних функціональних задачах, в централізованому інформаційному середовищі, незалежному від цих задач. Для його формування необхідно створити технологію управління інформацією ЗВО. Використовуючи систему управління інформацією, легше створити інформаційну технологію вирішення функціональних задач ЗВО.

Алгоритм створення системи управління інформацією полягає в виборі функцій, що реалізуються при вирішенні багатьох задач і їх об'єднання в єдину систему підготовки інформаційного ресурсу для засобів вирішення цих задач.

Таким чином, з технології вирішення функціональних задач ЗВО виключаються процедури, які використовують методи і засоби ведення інформаційних баз та методи і засоби управління інформацією ЗВО. Наприклад, процедури базової обробки документів.

При такому підході зникає необхідність інтеграції систем, що вирішують наведені задачі, оскільки вони використовують єдине цифрове середовище, створене в рамках технології управління інформацією ЗВО. В цьому випадку інформаційна технологія вирішення функціональних задач буде орієнтована на реалізацію функцій, пов'язаних саме з процедурами, наявними в самих задачах, зокрема:

1. Управління освітнім процесом, в тому числі проектування та обробка навчальних і робочих навчальних планів, розрахунок навчального навантаження кафедр, організація дистанційного навчання та електронного тестування, формування розкладу занять.

2. Бухгалтерського і управлінського обліку, в тому числі розрахунок стипендії студентів, нормативного штатного розпису викладачів.

3. Формування електронної документації та інформації, що відображає хід та результати навчання студентів (відомості, накази і розпорядження, доповідні записки і т.п.).

4. Планування і контроль виконання інноваційних проєктів університету, проєктів модернізації і розвитку, наукових проєктів.

5. Управління господарською роботою, в тому числі закупівлею матеріально-технічних ресурсів.

6. Управління закладом вищої освіти, в тому числі контроль виконання доручень.

Через реалізацію цих функцій не тільки вирішуються функціональні задачі, але й створюється інформаційний ресурс інформаційної технології забезпечення діяльності закладів вищої освіти.

5. Інформаційна технологія забезпечення діяльності закладів вищої освіти. Дана технологія базується на інструментах, які спрямовані на

досягнення мети цифрової трансформації ЗВО – максимального забезпечення інформаційних потреб закладів вищої освіти. Для досягнення цієї мети необхідно спрямувати вище описані інструменти цифрової трансформації на вирішення задач інформаційного забезпечення діяльності закладу вищої освіти. По суті інструменти управління інформацією і вирішення функціональних задач повинні не тільки наповнювати інформаційні бази даними, які є вхідними чи вихідними для цих технологій, але й інформацією, яка є ресурсом працівників підприємства в виробничій чи управлінській діяльності. Це додаткова задача цифрової трансформації, яка покладається на інформаційну технологію забезпечення діяльності ЗВО. Виходячи з цього, інформаційна технологія забезпечення діяльності ЗВО повинна реалізувати такі функції:

1. Функції надання затребуваної інформації співробітникам закладів вищої освіти – споживачам інформаційного ресурсу. Ці функції ведуть відбір затребуваної інформації та її передачу споживачам. Ця інформація повинна знаходитися і нормативно-довідковій базі чи в інформаційній базі функціональних задач. Але вона, зазвичай, знаходиться не в тому вигляді, який потрібен споживачу. Тому потрібна розробка додаткових інструментів доступу до цих баз та представлення інформації в потрібному вигляді.

2. Функції формування контенту сайтів ЗВО та його підрозділів. Їх реалізація спрямована на надання необхідної інформації не тільки працівникам ЗВО, але й зовнішнім споживачам, які цікавляться життям закладу вищої освіти. Ці функції ведуть відбір потрібної інформації з інформаційних баз (НДІ і функціональних задач), чи вводяться працівниками ЗВО та відбувається її розміщення на сайтах. Зазвичай інформація розділяється на дві категорії: отримана з інформаційних баз; введена працівниками ЗВО (зазвичай, спеціальним підрозділом).

3. Функції інформаційного забезпечення діяльності ЗВО, які є складовими систем управління інформацією. Надають потрібну інформацію працівникам ЗВО в режимах управління інформацією: електронний документообіг, контроль виконання доручень, цифровий архів документів, комунікації.

2.4. Концентрична модель інформаційної технології цифрової трансформації ЗВО

Для того щоб перейти від концепції, що базується на локальному (позадачному) підході до побудови цифрового ЗВО до концепції, яка включає наведену вище структурування компонентів цифрового простору, необхідно об'єднати: нормативно-довідкову інформацію, функціональне інформаційне середовище, інформаційну технологію управління інформацією ЗВО, інформаційну технологію вирішення функціональних задач і інформаційну технологію забезпечення діяльності ЗВО в єдину інформаційну технологію цифрової трансформації закладу вищої освіти [42], [101]. Наведене вище представлення компонентів цифрового простору можна представити у вигляді концентричної моделі інформаційної технології цифрової трансформації ЗВО (рис.2.1).



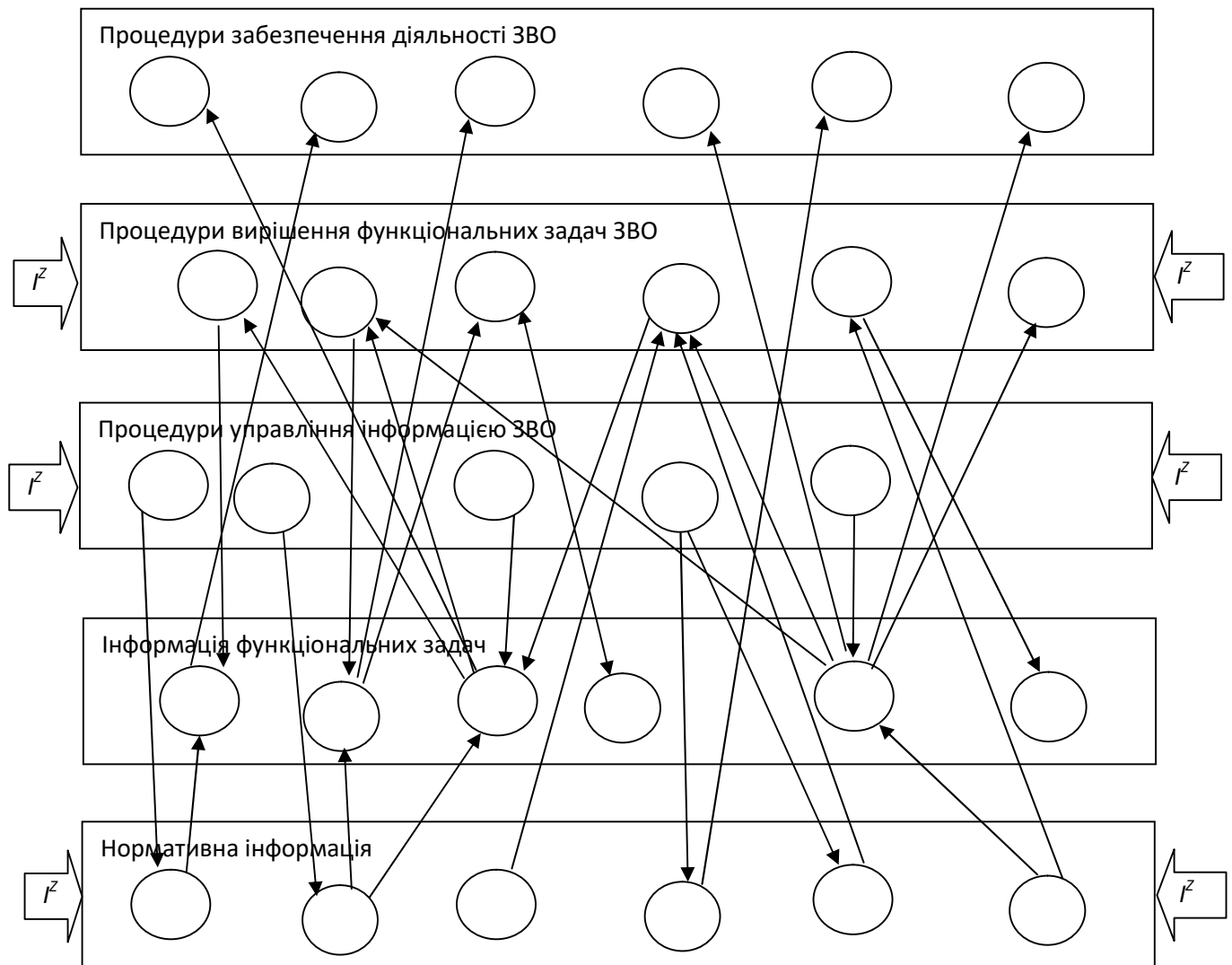
Рис.2.1. Концептуальна модель концентричної інформаційної технології цифрової трансформації ЗВО [101]

Таке представлення КІТ дозволяє віднести всю сукупність функціональних засобів та інформаційних баз до 5 шарів. Це дозволяє перейти у взаємодії компонентів такої технології від принципу «кожна задача з кожною

через інтеграцію баз даних» до міжшарової взаємодії, в якій беруть участь тільки пов'язані між собою компоненти.

Представимо математичну модель концентричної інформаційної технології.

Категорії моделі розділяються на два великі класи – інформаційні об'єкти, представлені в цифровому просторі та процедури їх обробки. Взаємозв'язок цих об'єктів показано на рис. 2.2.



Примітка: I^Z - зовнішня інформація

Рис.2.2. Взаємозв'язок процедур і об'єктів цифрового простору ЗВО

Виходячи з такого представлення цифрового простору (рис.2.1 і рис.2.2), взаємозв'язок об'єктів і процедур можна класифікувати наступним чином.

1. Зовнішнє середовище → Об'єкти нормативної бази. Існує зв'язок

$$\exists I_k^N, F^{ZN} : I_k^N = F^{ZN}(I_j^Z), \quad (2.4)$$

де F^{ZN} – відображення зовнішньої інформації I_j^Z в цифровому просторі ЗВО; I_j^Z – зовнішня, відносно закладу вищої освіти, інформація; необхідна для забезпечення діяльності ЗВО; I_k^N – нормативна інформація.

Будемо вважати, що таке відображення реалізується процедурами ведення нормативної бази Π^N .

2. Процедури управління інформацією \rightarrow Об'єкти нормативної бази.
Формально можна записати

$$\exists \Pi_s^C, I_l^N : I_l^N = \Pi_s^C(I_j^Z), \quad (2.5)$$

де Π_s^C – процедура управління інформацією; I_l^N – нормативна інформація.

3. Об'єкти нормативної бази \rightarrow Інформаційні об'єкти функціональних задач:

Існує зв'язок

$$\exists I_x^F, \Pi_u^{NF} : I_x^F = \Pi_u^F(I_l^N), \quad (2.6)$$

де Π_u^F – процедура ведення інформаційної бази функціональних задач; I_x^F – інформація, необхідна для вирішення функціональних задач.

4. Процедури вирішення функціональних задач ЗВО \rightarrow Інформаційні об'єкти функціональних задач:

$$\exists \Pi_s^R, I_q^F : I_q^F = \Pi_s^R(I_k^N, I_d^F), \quad (2.7)$$

де Π_s^R – процедура наповнення інформаційної бази функціональних задач; I_q^F – інформаційні об'єкти, які формуються в процесі вирішення функціональної задачі процедурою Π_s^R ; I_d^F – інформаційні об'єкти функціональних задач, які необхідні для отримання інформації I_q^F .

5. Процедури управління інформацією \rightarrow Інформаційні об'єкти функціональних задач:

$$\exists \Pi_s^F, I_q^F : I_q^F = \Pi_s^F(I_k^N, I_d^F), \quad (2.8)$$

де Π_s^F – процедура вирішення функціональних задач; I_q^F – інформаційні об'єкти, які формуються в процесі вирішення функціональної задачі процедурою Π_s^F ;

I_a^F – інформаційні об’єкти функціональних задач, які необхідні для отримання інформації I_q^F .

6. Зовнішнє середовище → Процедури управління інформацією. Реалізуються формулами (2.5) і (2.8).

7. Зовнішнє середовище → Процедури вирішення функціональних задач ЗВО. Зв’язок описується формулою (2.7).

8. Об’єкти нормативної бази → Процедури вирішення функціональних задач ЗВО. Задається формулою (2.7).

9. Інформаційні об’єкти функціональних задач → Процедури вирішення функціональних задач ЗВО. Зв’язок описується формулою (2.8).

10. Об’єкти нормативної бази → Процедури забезпечення діяльності ЗВО:

Існує зв’язок

$$\exists I_k^V, \Pi_p^D: I_k^V = \Pi_p^D(I_l^N), \quad (2.9)$$

де Π_p^D – процедура забезпечення діяльності ЗВО; I_k^V – інформація, необхідна для забезпечення діяльності ЗВО.

11. Інформаційні об’єкти функціональних задач → Процедури забезпечення діяльності ЗВО:

$$\exists I_e^V, \Pi_r^D: I_e^V = \Pi_r^D(I_d^F), \quad (2.10)$$

де Π_r^D – процедура забезпечення діяльності ЗВО; I_e^V – інформація, необхідна для забезпечення діяльності ЗВО.

Виходячи з формул (2.4)-(2.10) можна визначити чотири технологічні системи, які забезпечують формування продуктів концентричної інформаційної технології.

1. Наповнення цифрового простору нормативною інформацією:

а) безпосереднє отримання з зовнішнього середовища (наприклад, Єдиної державної електронної бази з питань освіти (ЄДЕБО), юридичних систем, довідників, і т.п.):

$$I^Z \xrightarrow{\Pi^N} I^N,$$

де Π^N – процедури отримання нормативної інформації з зовнішнього середовища ЗВО; I^Z – зовнішня інформація; I^N – нормативна інформація.

б) отримання з використанням процедур управління інформацією (як побічний результат при обробці різноманітної документації, в якій є нормативна інформація):

$$I^Z \xrightarrow{\Pi^C} I^N,$$

де Π^C – процедури управління інформацією.

2. Наповнення цифрового простору в частині інформаційної бази функціональних задач:

а) з нормативної бази:

$$I^N \xrightarrow{\Pi^F} I^F,$$

де I^F – інформація вирішення функціональних задач; Π^F – процедури вирішення функціональних задач.

б) з процедур управління інформацією:

$$I^Z \xrightarrow{\Pi^C} I^F.$$

3. Вирішення функціональних задач:

$$I^N, I^F \xrightarrow{\Pi^F} I^F.$$

4. Використання цифрового простору для забезпечення діяльності закладу вищої освіти:

$$I^N, I^F \xrightarrow{\Pi^D} I^V.$$

де I^V – інформація для забезпечення діяльності закладу вищої освіти; Π^D – процедури забезпечення діяльності закладу вищої освіти.

В наведеній структурі цифрового простору виділяються два шари, які не є традиційними в різноманітних автоматизованих системах ЗВО. Це технологія

управління інформацією і технологія забезпечення діяльності ЗВО. Математично, їх поява може бути обґрунтована наступними моделями.

Модель вибору процедур управління інформацією ЗВО. Мета цифрової трансформації – максимальна вигода від цифрового простору при мінімальних витратах на його формування. Це впливає з наступної моделі [101].

Нехай для кожної інформаційної функції може існувати процедура програмних засобів, яка отримує нову інформацію у відповідності з цією функцією

$$\forall F_l \exists \Pi_l: I_l = \Pi_l(N_j, I_k), \quad (2.11)$$

де F_l – інформаційна функція; Π_l – програмна процедура; I_l – вихідна інформація програмної процедури; N_j – нормативно-довідкова інформація, яка необхідна для отримання вихідної інформації I_l ; I_k – вхідна інформація, яка необхідна для отримання вихідної інформації I_l .

Кожна інформація характеризується витратами на її отримання та ефектом від використання (і ці витрати включають і вартість створення процедури)

$$\forall I_l = \langle r_l, s_l \rangle, \quad (2.12)$$

де r_l – вигода від отримання інформації I_l ; s_l – витрати на отримання інформації I_l .

З використанням моделі витрат-вигод (див. формулу 2.3) ефективна інформаційна технологія цифрової трансформації повинна забезпечити [101]

$$\sum_l (r_l - s_l) \rightarrow \max, \quad (2.13)$$

при обмеженнях

1. Задані інформаційні функції і процедури цифрового простору (2.11).
2. Задані витрати-вигоди (2.12).
3. Задано обмеження бюджету

$$\sum_l s_l \leq S_0,$$

де S_0 – бюджет програми цифрової трансформації ЗВО.

У такій постановці задачі, якщо винести процедури отримання інформації (2.11) за межі функціональних задач, і якщо одна і та ж інформація буде використана для вирішення різних задач, то відповідно вираз (2.13) буде максимізовано. Дійсно якщо,

$$\exists \Pi_k, \Pi_l, I_k, I_l: I_l = \Pi_l(N_j, I_u); I_k = \Pi_k(N_m, I_u), \quad (2.14)$$

де Π_k, Π_l – процедури інформаційної технології цифрової трансформації; I_k, I_l – вихідна інформація; N_j – нормативно-довідкова інформація, яка необхідна для отримання вихідної інформації I_l ; N_m – нормативно-довідкова інформація, яка необхідна для отримання вихідної інформації I_k ; I_u – вхідна інформація, яка необхідна для отримання вихідної інформації I_l і I_k ,

то різниця між вигодами і витратами буде дорівнювати

$$r_l - s_l + r_k - s_k - s_u \geq r_l - s_l + r_k - s_k - s_u - s_u, \quad (2.15)$$

де s_u – вартість отримання інформації, яка не має власної цінності (не використовується для забезпечення діяльності ЗВО – $r_u = 0$), але яка може бути отримана двічі в рамках різних функціональних задач, або один раз в рамках системи управління інформацією.

Модель вибору процедур забезпечення діяльності ЗВО. Для запитів, що часто повторюються, необхідно створювати інформаційні шаблони, формувати їх у відповідних процедурах при змінах в інформаційних базах (наприклад, звіти по виконанню завдань) і зберігати їх в готовому вигляді. Таким чином необхідно вести статистику забезпечення діяльності ЗВО і виходячи з цієї статистики створювати такі шаблони, які автоматично будуть формуватися в КІТ.

Нехай

$$\exists I_q^V, Y = \{y_j\}, j = \overline{1, n}: \rho(y_j, I_q^V) = true, \quad (2.16)$$

де y_j – споживач інформації; I_q^V – інформація, необхідна для забезпечення діяльності ЗВО; $\rho(y_j, I_q^V)$ – предикат потреби споживача y_j в інформації I_q^V ; n – кількість споживачів, яким необхідна інформація I_q^V .

Якщо $n > n_0$, то, очевидно, потрібно створити шаблон (форму і програмні засоби), який дозволить автоматично отримувати необхідну для забезпечення діяльності ЗВО інформацію.

2.5. Принципи створення концентричної інформаційної технології цифрової трансформації закладів вищої освіти

Виходячи з того, що в основі концентричної технології цифрової трансформації ЗВО лежить системний підхід, необхідно сформулювати принципи створення названої технології, які і дозволять реалізувати цей підхід. До таких принципів можна віднести:

1. Принцип економічності. В основі цифрової трансформації будуть так структуровані інструменти інформаційної технології, щоб усунути всі дублювання та розпорошення інформаційних представлень. Створення єдиного цифрового простору дозволить створити єдину систему засобів вирішення функціональних задач та забезпечення діяльності ЗВО. Що зменшить витрати на цифрову трансформацію, як мінімум вже через те, що не потрібно інтегрувати бази даних різних функціональних задач.

2. Управління через проекти. Застосування цього принципу дозволить реалізувати проєктний підхід до цифровізації ЗВО. В першу чергу створити єдину систему управління всіма діями зі створення, впровадження та використання інструментів інформаційної технології цифрової трансформації ЗВО. Створення нових засобів цифрової трансформації повинне виконуватись через ініціацію, планування, бюджетування і контроль виконання окремих проєктів, спрямованих на конкретний результат. І в основі цього персональна відповідальність як за виконання окремих робіт, так і за результат в цілому [46].

3. **Системної єдності.** Необхідне впровадження системи управління інформацією, яка створить єдиний інформаційний простір ЗВО через інтеграцію процесів електронного документообігу, доbazової обробки і цифровізації документів, контролю виконання доручень, інформаційного забезпечення керівництва, і т.п..

4. **Розвитку.** Жоден заклад вищої освіти не може вижити не розвиваючись. Тому головний принцип ЗВО в сфері цифрової трансформації – розвиватися і на основі цього забезпечувати свою життєдіяльність (а не забезпечивши свою життєдіяльність – розвиватися).

5. **Плановості.** В основі управління проєктами цифрової трансформації лежить план. План – це закон діяльності по програмі цифрової трансформації. Ніхто не має права не виконувати план.

6. **Професійного підходу.** Будь-яким видом діяльності, в тому числі управлінням цифровою трансформацією ЗВО, розробкою інформаційних систем і технологій, розвитком інформаційної інфраструктури повинні займатися професіонали. Під кожен проєкт цифрової трансформації повинна створюватися команда, в яку необхідно залучати фахівців ЗВО, студентів, аспірантів, а також фахівців, залучених на аутсорсинг.

7. **Системності.** Цифровий простір представляє собою систему, яка включає: нормативно-довідкову базу, інформаційну базу вирішення функціональних задач, інформаційні технології управління інформацією, вирішення функціональних задач і забезпечення діяльності закладу вищої освіти.

8. **Навчання.** Основний капітал будь-якого закладу вищої освіти в сучасних умовах – це знання його працівників. Знання і вміння реалізувати ці знання на практиці в області професійної діяльності. Для цього необхідно реалізовувати програми навчання в умовах цифрової трансформації ЗВО.

9. **Відповідності.** Управління цифровою трансформацією базується на відповідності: комп'ютерної техніки, інструментів доbazової обробки інформації, інструментів управління інформацією, інструментів вирішення

функціональних задач, інструментів забезпечення діяльності ЗВО і рівня підготовки працівників університету, в сфері цифрової трансформації.

10. Ітераційності. Розробка здійснюється короткими ітераціями із постійним взаємозв'язком з постановниками задач з підрозділів ЗВО. Ітерації як такі пропонується робити у відповідності з методологією Scrum [30], [31], [35], [39], [121] короткими, рекомендована тривалість – 2-3 тижні і не більше 1 місяця.

11. Мобільності. В основі цього принципу теж методологія Scrum [35]. Повинна вестись розробка інформаційної технології окремими групами з 3-7 осіб.

12. Зворотного зв'язку з підрозділами ЗВО. Представники відділів і служб ЗВО та ректорат повинні бути безпосередньо залучені в процес цифрової трансформації.

Висновки до розділу 2

1. На основі виконаної характеристики предметної області ЗВО в умовах України показана необхідність цифрової трансформації у відповідності з принципами системного підходу. Виходячи з того, що традиційні підходи до автоматизації діяльності ЗВО вже не відповідають вимогам часу, оскільки різні автоматизовані системи не тільки не вирішують всіх задач ЗВО, але ще й розділяють інформаційний простір за окремими «коміркам», у відповідності з тими функціональними задачами, для вирішення яких потрібна та чи інша інформація, впливає необхідність створення нових підходів, нових концепцій цифрової трансформації закладів вищої освіти.

Все це призводить до необхідності створення методів, моделей і засобів інформаційних технологій цифрової трансформації закладів вищої освіти.

2. Сформульована наукова задача роботи, яка полягає в створенні моделей і методів побудови концентричної інформаційної технології цифрової

трансформації ЗВО, як технології, що формує єдиний цифровий простір задля максимального забезпечення інформаційних потреб закладів вищої освіти.

3. Наведено основні поняття і визначення роботи.

4. Запропоновано використати проєктний підхід до цифрової трансформації закладів вищої освіти. Розроблено структуру програми цифрової трансформації.

5. Запропонована технологічна класифікація наповнення цифрового простору закладів вищої освіти. В ній виділено забезпечуючий та функціональний компоненти цифрового простору ЗВО.

6. Виділено технологічні системи функціонального компоненту цифрового простору ЗВО. Зокрема: нормативно-довідкову інформацію, функціональні інформаційні бази, технологію управління інформацією ЗВО, технологію вирішення функціональних задач закладів вищої освіти, технологію забезпечення діяльності ЗВО.

7. Розроблено концентричну модель інформаційної технології цифрової трансформації ЗВО, в рамках якої формалізовано взаємозв'язок процедур і об'єктів цифрового простору ЗВО.

8. Для реалізації системного підходу до створення цифрового простору ЗВО запропоновані принципи створення концентричної інформаційної технології цифрової трансформації закладу вищої освіти.

РОЗДІЛ 3

МОДЕЛІ І МЕТОДИ КОНЦЕНТРИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Для створення засобів концентричної інформаційної технології цифрової трансформації ЗВО необхідно розробити моделі цифрового простору та методи його трансформації в названій інформаційній технології. Розглянемо це питання розпочавши з побудови статичної частини цього простору – інформаційного середовища концентричної інформаційної технології.

3.1. Модель інформаційного середовища закладу вищої освіти

Розробка ефективної технології цифрової трансформації ЗВО може базуватися лише на побудові адекватної реальній структурі математичної моделі інформаційного середовища ЗВО. З розділу 2 слідує, що інформаційне середовище концентричної інформаційної технології включає інформацію функціональних задач і нормативну інформацію.

В свою чергу в інформації функціональних задач можна виділити дві складові:

1. Інформація, яка створена і використовується в функціональних задачах та для забезпечення діяльності ЗВО.

2. Інформація, яка створюється в технології управління інформацією, а використовується в функціональних задачах, та для забезпечення діяльності ЗВО.

Будемо вважати, що всі необхідні для цифрової трансформації ЗВО інформаційні ресурси містяться в інформаційному середовищі ЗВО.

Визначення 3.1. Під **інформаційним середовищем ЗВО** будемо розуміти сукупність цифрових об'єктів (ЦО) та функцій їх ведення (ФВ), необхідних для досягнення цілей діяльності ЗВО.

Інформаційне середовище ЗВО можна описати формальною двійку:

$$I_s : < U, R > ,$$

де $U = \{u_j\}, j = \overline{1, n}$ – множина цифрових об'єктів інформаційного середовища ЗВО;

$R = \{r_i\}, i = \overline{1, m}$ – множина функцій ведення інформаційного середовища ЗВО.

Визначення 3.2. **Цифровий об'єкт (ЦО)** інформаційного середовища ЗВО – цілісний набір даних, який є інформаційним ресурсом цифрового простору.

Розіб'ємо множини цифрових об'єктів на групи, які надалі будемо називати *класами цифрових об'єктів*. Це робиться для того, щоб різні об'єкти з однаковими властивостями однаково проявляють себе в цифровому просторі (до них застосовуються одні й ті самі описи, вони однаково формуються). Таке структурування предметної області значно спрощує задачу побудови її математичної моделі.

Визначення 3.3. **Клас цифрового об'єкту** – абстрактний опис цифрових об'єктів, які мають однакову, або близьку структуру.

Кожен цифровий об'єкт можна описати формальною трійкою:

$$u_j = < \eta_j, A_j, D_j > ,$$

де u_j – цифровий об'єкт;

η_j – клас цифрового об'єкту;

A_j – множина атрибутів цифрового об'єкту;

D_j – інформаційне наповнення атрибутів цифрового об'єкту.

Визначення 3.4. **Атрибути цифрового об'єкту** – компоненти (наприклад, поля даних) цифрового об'єкту:

$$A_j = \{a_{jk}\}, k = \overline{1, g}$$

де A_j – множина атрибутів цифрового об'єкту;

a_{jk} – j -ий атрибут цифрового об'єкту;

g – кількість атрибутів.

Визначення 3.5. Наповнення параметрів цифрового об'єкту – дані, які занесені в атрибути ЦО:

$$D_j = \{d_{jk}\}, l = \overline{1, g}$$

де D_j – множина даних цифрового об'єкту;

d_{jk} – значення j -го атрибуту цифрового об'єкту.

Для вирішення поставленої наукової задачі, а саме створення концентричної інформаційної технології цифрової трансформації ЗВО необхідно:

1. Визначитися із структурою та наповненням інформаційного середовища ЗВО.

2. Розробити ефективну технологію формування значень інформаційного середовища ЗВО в процесі вирішення функціональних задач і управління інформацією закладу вищої освіти.

Для цього розглянемо більш детально структуру інформаційного середовища ЗВО.

В інформаційному середовищі ЗВО можна виділити наступні компоненти:

- інформація про освітню діяльність;
- інформація про наукову діяльність;
- інформація про міжнародну діяльність;
- інформація про адміністративно-господарську діяльність;
- планово-фінансова і бухгалтерська інформація;
- інформація про інноваційні проєкти і проєкти розвитку;
- інформація про працівників закладу вищої освіти;
- інформація про бібліотечні інформаційні ресурси;
- документи;
- архів;

– інформація про завдання та їх виконання.

Розглянемо технологію формування значень інформаційного середовища ЗВО в процесі вирішення функціональних задач і управління інформацією закладу вищої освіти

3.2. Метод формування інформаційної технології вирішення функціональних задач закладів вищої освіти

Перед керівництвом програми цифрової трансформації завжди буде стояти питання, які функціональні задачі і які технології їх вирішення дадуть найвищий ефект в закладі вищої освіти.

Визначення 3.6. Під ефективністю вирішення функціональних задач ЗВО будемо розуміти корисний результат використання їх продуктів.

Зрозуміло, що оптимальне рішення повинне забезпечити мінімізацію витрат на створення такої технології та максимізацію вигод від її використання:

$$\sum_i [k \cdot \sum_j E(\Lambda_{ij}^F) - \sum_j W(\Lambda_{ij}^F) - S(\Pi_i^F)] \rightarrow \max, \quad (3.1)$$

де Π_i^F – процедури інформаційної технології вирішення функціональних задач ЗВО Γ_i ;

Λ_{ij}^F – продукт інформаційної технології вирішення функціональних задач ЗВО Γ_i ;

$S(\Pi_i^F)$ – витрати на створення інформаційної технології вирішення функціональних задач ЗВО Γ_i ;

$W(\Lambda_{ij}^F)$ – витрати на створення продукту Λ_{ij}^F інформаційної технології вирішення функціональних задач ЗВО Γ_i ;

$E(\Lambda_{ij}^F)$ – цінність продукту інформаційної технології вирішення функціональних задач ЗВО Γ_i ;

k – коефіцієнт приведення цінності продуктів інформаційної технології вирішення функціональних задач ЗВО до міри витрат на неї,

при обмеженнях

$$\sum_i S(\Pi_i^F) \leq S_0;$$

$$Y(\Pi_i^F),$$

де $Y(\Pi_i^F)$ – матриця зв'язків між процедурами інформаційної технології вирішення функціональних задач ЗВО;

S_0 – бюджет на створення інформаційної технології вирішення функціональних задач ЗВО.

Як слідує з виразу (3.1) для отримання максимального значення необхідно:

1. Вибрати ті функціональні задачі, які дають максимальний ефект (максимальну цінність продуктів інформаційних технологій, що їх вирішують).

2. Підібрати в інформаційну технологію вирішення обраних функціональних задач закладу вищої освіти ті засоби, які вимагатимуть мінімум витрат при максимальній ефективності (динамічна структура технології).

Для цього в процесі реалізації програми цифрової трансформації необхідно мінімізувати витрати за рахунок раціонального вибору між альтернативами:

– придбати засоби інформаційної технології, чи розробляти їх самостійно;

– якщо придбати засоби, то у кого, і яку ціну вважати доцільною;

– якщо розробляти засоби, то на якій платформі.

Розглянемо це питання. В формулі (3.1) витрати на такі засоби позначені як $S(\Pi_i^F)$. Вони складаються:

а) у випадку придбання:

$$S(\Pi_i^F) = S_{\text{придбання}}(\Pi_i^F) = S_b(\Pi_i^F) + S_v(\Pi_i^F) + S_p(\Pi_i^F) + S_i(\Pi_i^F), \quad (3.2)$$

де $S_b(\Pi_i^F)$ – витрати на придбання засобів інформаційної технології вирішення функціональних задач Γ_i ;

$S_v(\Pi_i^F)$ – витрати на впровадження засобів інформаційної технології вирішення функціональних задач Γ_i ;

$S_p(\Pi_i^F)$ – витрати на щорічне обслуговування (оновлення, супроводження) засобів інформаційної технології вирішення функціональних задач Γ_i ;

$S_i(\Pi_i^F)$ – витрати на інтеграцію інформаційної технології вирішення функціональних задач Γ_i з цифровим простором ЗВО.

Зазвичай, як показує світовий досвід,

$$S_{розробки}(\Pi_i^F) > S_b(\Pi_i^F) + S_p(\Pi_i^F) + S_v(\Pi_i^F),$$

де $S_{розробки}(\Pi_i^F)$ – витрати на розробку та впровадження засобів інформаційної технології вирішення функціональних задач Γ_i .

Але вартість інтеграції придбаних засобів в єдиний цифровий простір може бути вищою, ніж власна розробка, тоді:

$$S_{розробки}(\Pi_i^F) < S_b(\Pi_i^F) + S_p(\Pi_i^F) + S_v(\Pi_i^F) + S_i(\Pi_i^F).$$

В цьому випадку виконується самостійна розробка засобів інформаційної технології вирішення функціональних задач Γ_i .

б) у випадку самостійної розробки:

$$S(\Pi_i^F) = S_{розробки}(\Pi_i^F) = S_r(\Pi_i^F) + S_v(\Pi_i^F), \quad (3.3)$$

де $S_r(\Pi_i^F)$ – витрати на розробку засобів інформаційної технології вирішення функціональних задач Γ_i ;

$S_v(\Pi_i^F)$ – витрати на впровадження засобів інформаційної технології вирішення функціональних задач Γ_i .

Звичайно, краще розробляти таку інформаційну технологію вирішення функціональних задач ЗВО, створювати такі програмно-інформаційні засоби, які використовують раніше створене інформаційне середовище, що усуває необхідність розробки чи впровадження засобів цифровізації вхідної інформації.

Тоді вираз (3.1) може бути записаний так:

$$\sum_i [k \cdot \sum_j E(\Lambda_{ij}^F) - \sum_j W(\Lambda_{ij}^F) - S(\Pi_i^F) - S(\Delta_i^F)] \rightarrow \max, \quad (3.4)$$

при обмеженнях

$$\sum_i S(\Pi_i^F) \leq S_0;$$

$$Y(\Pi_i^F),$$

де Δ_i^F – процедури інформаційної технології вирішення функціональних задач ЗВО Γ_i , які використовують раніше створене інформаційне середовище;

$S(\Delta_i^F)$ – вартість процедур інформаційної технології вирішення функціональних задач ЗВО Γ_i , які б наповнювали раніше створене інформаційне середовище.

Таким чином, використання виразів (3.1)-(3.4) дає змогу вибрати правильну стратегію підбору та впровадження інформаційних технологій вирішення функціональних задач ЗВО.

Для реалізації цієї стратегії пропонується наступний метод формування інформаційної технології вирішення функціональних задач закладів вищої освіти:

1. Формування множини перспективних функціональних задач ЗВО, які можна впровадити в ЗВО

$$\Gamma_s \in \Gamma^-,$$

де Γ_s – перспективна функціональна задача ЗВО;

Γ^- – множина перспективних функціональних задач ЗВО.

2. Формування порожньої множини прийнятих до реалізації функціональних задач ЗВО

$$\Gamma^+ = \emptyset,$$

де Γ^+ – множина прийнятих до реалізації функціональних задач ЗВО.

3. Визначення продуктів інформаційної технології, які формуються в процесі вирішення функціональних задач ЗВО

$$\forall \Gamma_s \exists \Pi_s^F: \{\Lambda_{sj}^F\}, j = 1, n_s,$$

де Π_s^F – процедури інформаційної технології вирішення функціональної задачі Γ_s ;

Λ_{sj}^F – продукт інформаційної технології вирішення функціональної задачі Γ_s

n_s – кількість продуктів в інформаційній технології, які необхідні для вирішення функціональної задачі Γ_s .

4. Експертна оцінка цінності продуктів інформаційних технологій вирішення функціональних задач для ЗВО

$$E(\Lambda_{sj}^F).$$

5. Експертна оцінка витрат на створення продукту Λ_{sj}^F інформаційної технології вирішення функціональної задачі ЗВО Γ_s

$$W(\Lambda_{sj}^F).$$

6. Оцінка витрат на придбання засобів інформаційних технологій, що вирішують функціональні задачі, включені в множину Γ^-

$$\forall \Gamma_s \in \Gamma^- \exists \Pi_i^F: S_1(\Pi_s^F) = S_b(\Pi_s^F) + l \cdot S_p(\Pi_s^F) + S_i(\Pi_s^F),$$

де $S_1(\Pi_i^F)$ – оцінка витрат на придбання засобів інформаційної технології вирішення функціональної задачі Γ_s ;

l – прогнозована тривалість використання засобів інформаційній технології вирішення функціональної задачі Γ_s .

Вирішення цієї задачі може виконуватись шляхом аналізу комерційних пропозицій, що є на ринку ІТ. Якщо на ринку програмних продуктів таких засобів немає, встановлення

$$S_1(\Pi_s^F) = 0.$$

7. Оцінка витрат на розробку засобів інформаційних технологій, що вирішують функціональні задачі, включені в множину Γ^-

$$S_2(\Pi_i^F) = S_r(\Pi_i^F) - S(\Delta_i^F),$$

де $S_2(\Pi_i^F)$ – оцінка витрат на розробку засобів інформаційної технології вирішення функціональної задачі Γ_s .

8. Якщо

$$\forall \Gamma_s \in \Gamma^- : S_2(\Pi_i^F) < S_1(\Pi_i^F),$$

то

$$S_3(\Pi_i^F) = S_2(\Pi_i^F),$$

інакше

$$S_3(\Pi_i^F) = S_1(\Pi_i^F).$$

9. Якщо множина Γ^- порожня – завершення розрахунків.

10. Підбір з множини Γ^- такої функціональної задачі Γ_d , інформаційна технологія вирішення якої має найбільший ефект

$$\forall \Gamma_s \in \Gamma^- \exists \Gamma_d \in \Gamma^- :$$

$$k \cdot E(\Lambda_{dj}^F) + W(\Lambda_{dj}^F) - S_3(\Pi_d^F) \geq k \cdot E(\Lambda_{sj}^F) + W(\Lambda_{sj}^F) - S_3(\Pi_i^F).$$

11. Включення функціональної задачі Γ_d до множини Γ^+ .

12. Виключення функціональної задачі Γ_d з множини Γ^- .

13. Якщо

$$k \cdot E(\Lambda_{dj}^F) + W(\Lambda_{dj}^F) - S_3(\Pi_d^F) < 0,$$

то завершення розрахунків.

14. Якщо

$$\sum_{\bar{A}_d \in \Lambda^+} S_3(\Pi_d^F) > S_0,$$

то виключення функціональної задачі Γ_d з множини Γ^+ .

Перехід до п.8.

15. Перерахунок $S(\Delta_i^F)$ для задач, що знаходяться в множині Γ^- . При цьому враховується інформація, якою буде наповнена інформаційна база при реалізації процедур відібраних в множину Γ^+ інформаційних технологій.

Перехід до п.7.

3.3. Функціональні задачі освітньої діяльності закладів вищої освіти, які підлягають вирішенню в процесі цифрової трансформації ЗВО

Функціональні задачі, що стосуються освітньої діяльності закладів вищої освіти, можна розділити на два великих класи – ті, що стосуються освітнього процесу та ті, що стосуються організації та управління освітнім процесом. Кожна з цих частин має свої складові (рис. 3.1).

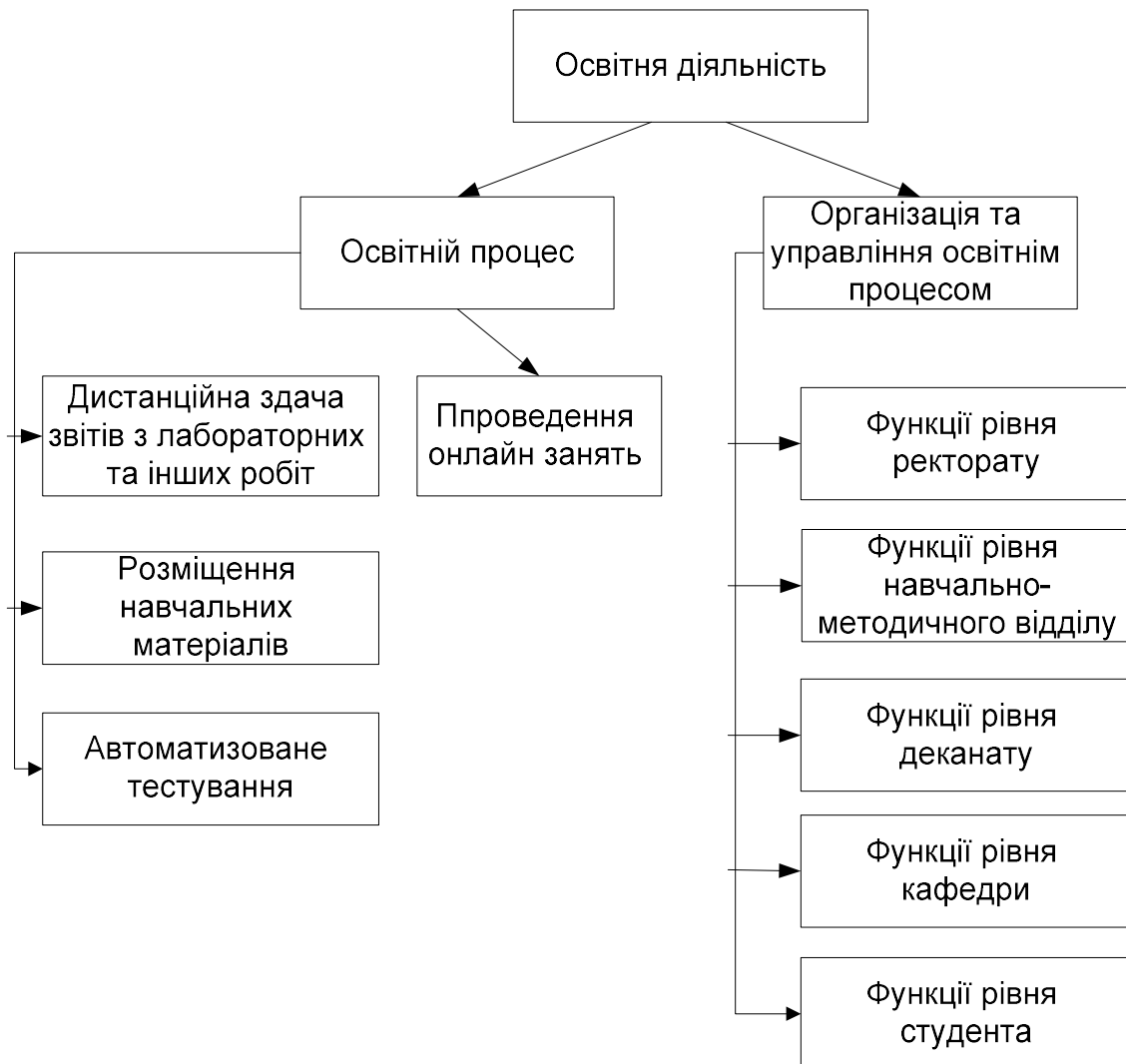


Рис. 3.1. Функціональна структура освітньої діяльності ЗВО

В інформатизації функції освітньої діяльності велику роль грають стандартні програмні засоби. Існує чимало якісних систем дистанційного навчання. Серед засобів, які використовуються для проведення онлайн занять,

переважно світові лідери відеозв'язку. Функції організації та управління освітнім процесом зазвичай є фокусом університетських інформаційних систем.

До функцій рівня ректорату можна віднести:

- безпосереднє управління освітньою діяльністю закладу вищої освіти, в тому числі призначення доручень та контроль їх виконання;
- загальний аналіз поточної та семестрової успішності студентів.

До функцій рівня навчально-методичного відділу можна віднести:

- введення даних в ЄДЕБО;
- формування довідників спеціальностей, спеціалізацій, освітніх програм;
- формування розкладу занять;
- формування переліку вибіркових дисциплін;
- формування наказів, зокрема, про завершення навчання студентів;
- формування різноманітних звітів з навчання, в тому числі тих, що надсилаються до Міністерства освіти та науки.

До функцій рівня деканату можна віднести:

- формування переліку академічних груп;
- проведення бізнес-операцій, що стосуються навчання студентів, наприклад, відрахування, поновлення, направлення в академічну відпустку та виведення з академічної відпустки, переведення зі спеціальності на спеціальність, зміну форми фінансування тощо;
- формування наказів;
- формування документів, що стосуються сесійного контролю знань (відомостей, зведених відомостей, аркушів успішності);
- розрахунок стипендіального рейтингу;
- формування додатку до диплома;
- формування академічних довідок для студентів, що з якихось причин припиняють навчання в ЗВО;
- аналіз поточної та семестрової успішності студентів;

- забезпечення вибору студентами вибіркових дисциплін та формування на основі цієї інформації відповідних документів, таких, як індивідуальний план навчання студента;

- формування документів звітності за результатами екзаменаційно-залікової сесії для навчально-методичного відділу;

- формування різноманітних неформальних документів, таких, як списки студентів, виписки в різноманітні журнали тощо.

До функцій рівня кафедри можна віднести:

- формування та обробку навчальних і робочих навчальних планів;

- розрахунок навчального навантаження викладачів;

- формування навчальних та робочих навчальних програм, силабусів, інших документів навчального забезпечення дисциплін;

- формування списків тем випускних робіт студентів.

До функцій рівня студента можна віднести:

- вибір вибіркових дисциплін;

- одержання інформації про власні результати екзаменаційної сесії;

- отримання інформації про розклад занять;

- отримання інформації про правильні форми заяв;

- оцінка якості викладання викладачів;

- формування заявок на отримання довідок.

Така компоновка функцій дозволяє структурувати методи і засоби інформаційної технології цифрової трансформації в частині вирішення функціональних задач.

3.4. Метод управління інформацією в цифровому просторі закладів вищої освіти

Управління інформацією базується на правилах реалізації інформаційних функцій, які наповнюють інформаційне середовище ЗВО.

Кожну інформаційну функцію можна описати як формальну двійку:

$$F_i: \langle K_i, \Pi_i \rangle,$$

- де F_i – інформаційна функція;
 K_i – клас інформаційної функції;
 Π_i – множина процедур реалізації інформаційної функції.

Кожна інформаційна функція являє собою інформаційний процес (почергова реалізація процедур) з перетворення даних і знань, які належать атрибутам одних ЦО, в атрибути іншого ЦО. Між цифровими об'єктами інформаційного середовища ЗВО існують певні зв'язки, які реалізуються процедурами. По суті інформаційна функція інформаційного середовища ЗВО – сукупність процедур формування цифрових об'єктів:

$$\Pi: \{P_j\}, j = \overline{1, n},$$

- де Π – процедури цифрового простору;
 P_j – процедура цифрового простору;
 n – кількість процедур.

Конкретне наповнення функції (конкретні процедури) залежить від конкретних цифрових об'єктів, які використовуються в ній. Але набір процедур з реалізації функцій буде типовим для однакових типів цифрових об'єктів.

Метод управління інформацією повинен забезпечувати вибір функцій, що реалізуються при вирішенні багатьох задач, і об'єднувати їх в єдину систему підготовки інформаційного ресурсу. В цьому випадку інформаційний ресурс створюється спеціалізованими засобами, а потім використовується у всіх функціональних задачах і засобах забезпечення діяльності ЗВО. Таким чином, інформаційна технологія управління інформацією буде орієнтована на створення цифрового середовища, яке буде доступним у функціональних задачах ЗВО.

Сутність методу управління інформацією закладів вищої освіти, який дозволяє створювати універсальні інструменти цифровізації, незалежні від складу і специфіки побудови засобів вирішення функціональних задач полягає в наступному [101]:

1. Ідентифікація інформаційних функцій. Нехай

$$\exists F_l^z: I_l^z = F_l^z(N_j, I_s^z), \quad (3.6)$$

де F_l^z – інформаційна функція l для вирішення функціональної задачі Γ_z ; I_l^z – вихідна інформація, потрібна для вирішення функціональної задачі Γ_z ; N_j – нормативно-довідкова інформація, яка необхідна для отримання вихідної інформації I_l^z ; I_s^z – вхідна інформація, яка необхідна для отримання вихідної інформації I_l^z тільки в рамках функції F_l^z .

2. Розрахунок витрат на реалізацію функцій для отримання вхідної інформації. Вхідна інформація теж характеризується витратами на її реалізацію та нульовим ефектом від використання (адже вона самостійно не використовується, а є ресурсом вирішення задач)

$$\forall I_s^z = \langle 0, S_s \rangle,$$

де S_s – витрати на отримання інформації I_s^z деякою функцією F_s^z :

$$I_s^z = F_s^z(N, \Psi),$$

де N – нормативно-довідкова база; Ψ – інформаційний простір ЗВО.

3. Реалізація інформаційних функцій. Для реалізації кожної з функцій, яка працює з інформацією конкретної функціональної задачі необхідно реалізувати деяку технологію, яка містить процедури:

$$\forall F_s^z \exists A_s^z: F_s^z = \Phi(A_s^z);$$

$$A_s^z = \langle \bigcup_i \Pi_{si}^z \rangle,$$

де A_s^z – інформаційна технологія реалізації функції F_s^z ; Π_{si}^z – інформаційна процедура технології A_s^z ; $\Phi(A_s^z)$ – реалізація технології A_s^z в цифровому просторі ЗВО.

4. Виділення процедур, незалежних від складу і специфіки побудови засобів вирішення функціональних задач. Якщо серед інформаційних процедур вирішення функціональних задач знайдуться такі, що

$$\exists \Pi_{si}^{zk}, \Pi_{cj}^{zr}: \Pi_{si}^{zk} = \Pi_{cj}^{zr}, \quad (3.7)$$

де Π_{si}^{zk} – процедура технології A_s^{zk} вирішення функціональної задачі Γ_{zk} ; Π_{cj}^{zr} – процедура технології A_c^{zr} вирішення функціональної задачі Γ_{zr} ,

то в такій постановці задачі, якщо винести такі процедури (3.7) за інформаційні технології вирішення функціональних задач і якщо створений на основі цих процедур програмний засіб буде використано для вирішення різних задач, то відповідно вираз (3.1) буде максимізовано, як це показано в формулі (3.4).

Безумовно, до таких процедур відносяться процедури добазової обробки первинної документації. Адже добазова обробка вимагає сканування паперових документів, внесення в вікна інтерфейсу даних, які будуть записані в інформаційну базу, їх верифікацію, синхронізацію, пошук відповідних елементів в нормативно-довідковій інформації [90].

Використовуючи систему управління інформацією, простіше створити інформаційну технологію вирішення функціональних задач ЗВО.

3.5. Функції інформаційної технології управління інформацією в цифровому просторі закладів вищої освіти

Функції інформаційної технології управління інформацією в цифровому просторі закладів вищої освіти забезпечують наповнення інформаційного середовища незалежно від функціональних задач інформацією. Яка потім і буде використовуватись, як для вирішення функціональних задач, так і для забезпечення діяльності закладу вищої освіти.

До таких функцій можна віднести:

1. Функції добазової обробки, які включають процедури:
 - сканування вхідних документів і збереження скан-копій в цифровому середовищі;
 - вибірку з вхідних документів заданої інформації і внесення їх в інформаційне середовище з допомогою засобів добазової обробки (такі засоби

верифікуюють і представляють вхідну інформацію в вигляді, необхідному для подальшого використання в концентричній інформаційні технології);

- обробка електронної кореспонденції та її зберігання в цифровому середовищі.

2. Функції електронного документообігу:

- організація і підтримка життєвого циклу електронних документів;
- відображення вхідних, вихідних і внутрішніх документів в електронному архіві;

- направлення документів адресатам;
- ведення шаблонів проходження інформації в цифровому просторі;
- контроль виконання завдань по документам;
- контроль проходження документів;
- формування звітів;
- управління погодженням і підписанням документів;
- контроль виконання доручень в закладі вищої освіти.
- управління потоками документів;
- автоматична реєстрація документів;
- шифрування документів;
- протоколювання всіх дій з документами;
- автоматичний розподіл документів по категоріям;
- обробка як паперової, так і електронної кореспонденції;
- контроль дій з документами та їх проходженням;
- створення та підтримка структури документів в архіві;
- підтримка і робота з архівом документів.

3. Функції стандартизації інформації, яка формується при вирішенні функціональних задач:

- визначення, обробка якої інформації може бути перенесена із засобів вирішення функціональних задач в засоби управління інформацією;

– адаптація технологій вирішення різних функціональних задач (в першу чергу баз даних) до умов, коли деяка інформація обробляється в технології управління інформацією.

Реалізація наведених функцій дозволяє створити релевантне інформаційне середовище, яке використовується як при вирішенні функціональних задач, та і в забезпеченні діяльності закладів вищої освіти.

3.6. Функції інформаційної технології забезпечення діяльності закладів вищої освіти

Типовий варіант складу інформаційної технології забезпечення діяльності закладів вищої освіти, передбачає наявність наступних взаємопов'язаних компонентів [101]:

– корпоративного порталу для організації доступу співробітників ЗВО до широкого спектру інформаційних сервісів, що дають змогу забезпечити інформаційне супроводження професійної діяльності співробітника в захищеному on-line середовищі;

– студентського порталу для організації доступу студентів до студенто-орієнтованих інформаційних ресурсів – навчальних і наукових ресурсів, адміністративних та комунікаційних сервісів, що забезпечують організацію навчального процесу та інші стосунки студентів та ЗВО;

– цифрової бібліотеки, яка забезпечує доступ співробітників і студентів ЗВО до інформаційних ресурсів незалежно від місця перебування;

– публічного web-сайту як важливого інструменту маркетингу та комунікації з широким колом студентів, випускників університету, потенційних абітурієнтів та іншими зацікавленими особами, а також засобу інформування співробітників;

– системи електронного навчання, що призначена як доповнити навчальний процес в класах, так і забезпечити навчання дисциплін у гнучкому, незалежному від місця знаходження студента режимі, покращити організацію

навчального процесу, дати студентам кращі можливості для самостійної роботи.

Одним з основних принципів розробки інформаційної технології забезпечення діяльності закладів вищої освіти є вимога створення єдиної точки входу, єдиного інтерфейсу, який має уніфікувати доступ до всього різноманіття інформаційних систем, програмних одиниць та комунікаційних можливостей.

Всі інформаційні ресурси та функціональні компоненти інформаційної технології забезпечення діяльності закладів вищої освіти повинні бути об'єднані в інтегрований портал ЗВО. Він представляється у вигляді веб-сайту, що організований як системне концентричне об'єднання різних інформаційних сервісів і ресурсів, розрахований переважно на внутрішніх користувачів і призначений для аналізу, опрацювання, доставки інформаційних ресурсів та надання доступу до різних сервісів на основі механізмів аутентифікації та авторизації за допомогою будь-якого електронно-обчислювального пристрою, що може під'єднатись до мережі.

Такий портал в складі інформаційної технології забезпечення діяльності закладів вищої освіти має забезпечити доступ та відповідне відображення даних, що знаходяться в інформаційному середовищі.

Інформаційна технологія забезпечення діяльності закладів вищої освіти має інтегрувати та організовувати комунікацію великої кількості різних інформаційних ресурсів та програм. Для того, щоб забезпечити доступ до цих ресурсів студентами та співробітниками як зсередини ЗВО, так і з віддалених локацій, з пристроїв з різним апаратним і базовим програмним забезпеченням, доцільно використовувати web-технології і обирати насамперед web-browser у якості клієнта.

Базовим принципом побудови інформаційної технології забезпечення діяльності закладів вищої освіти є орієнтир на користувача. Користувачі інформаційної технології забезпечення діяльності закладів вищої освіти можуть поділятися на досить широкі й неоднорідні групи:

- студенти (локальні і віддалені, можливо, іноземні);

- професорсько-викладацький склад;
- аспіранти;
- адміністративний та обслуговуючий персонал;
- випускники ЗВО;
- потенційні студенти;
- потенційні співробітники;
- потенційні роботодавці;
- родичі та друзі студентів;
- випадкові користувачі тощо.

Серед можливостей, які повинна надати інформаційна технологія забезпечення діяльності закладів вищої освіти, наприклад студентам ЗВО, можна зазначити такі:

- доступ до навчально-методичних матеріалів з кожного предмету, що вивчає студент в ЗВО;
- доступ до відомостей про викладачів, графік їхньої роботи та сферу професійних інтересів;
- можливість контактувати з викладачами і проводити з ними консультації за допомогою електронної пошти, внутрішньої служби повідомлень сайту, чатів, систем відеоконференцій;
- можливість брати участь в освітньо-наукових форумах, on-line конференціях;
- можливість індивідуально адаптувати сайт для відображення персональних завдань, розкладу занять й контрольних заходів (персоналізація);
- можливість оцінити власні здобутки в навчанні й одержувати матеріали для вивчення найбільш складних тем;
- можливість зберігати навчальні матеріали і документи студента на сервері.

3.7. Модель міжшарової взаємодії в концентричній інформаційній технології цифрової трансформації ЗВО

Таке представлення КІТ дозволяє віднести всю сукупність функціональних засобів і інформаційних баз до 5 шарів. Це дозволяє перейти у взаємодії компонентів такої технології від принципу «кожна задача з кожною через інтеграцію баз даних» до міжшарової взаємодії, в якій беруть участь тільки пов'язані між собою компоненти.

Розглянемо міжшарову інформаційну взаємодію.

1. Взаємодія між інструментами інформаційної технології забезпечення діяльності ЗВО та інструментами інформаційної технології вирішення функціональних задач [101].

Технологія забезпечення діяльності ЗВО впливає на форму і зміст вихідної інформації в інструментах інформаційної технології задля максимального забезпечення інформаційних потреб користувачів:

$$\forall I_q^* \exists I_s^z : I_q^* = f(I_s^z). \quad (3.8)$$

$$\text{Якщо } I_s^z \xrightarrow{\Pi_{sq}^z} I_q^* \ \& \ \nexists \Pi_{sq}^z, \text{ то } \exists \overline{D_{qs}^z} p(\Pi_{qs}^z / D_{qs}^z) > p(\Pi_{qs}^z) > 0,$$

де I_q^* – інформація, необхідна для забезпечення діяльності ЗВО; I_s^z – інформація, яка формується в технології вирішення функціональних задач Γ_s^z ; $\overline{D_{qs}^z}$ – вплив того, що процедура отримання інформації I_q^* з інформації, яка формується в технології вирішення функціональних задач I_s^z відсутня; $I_q^* = f(I_s^z)$ – функція залежності інформації I_q^* від інформації, яка формується в технології вирішення функціональних задач I_s^z ; Π_{sq}^z – процедура отримання інформації I_q^* з інформації, яка формується в технології вирішення функціональних задач Γ_s^z ; $p(\Pi_{qs}^z)$ – безумовна ймовірність створення процедури $p(\Pi_{qs}^z)$; $p(\Pi_{qs}^z / D_{qs}^z)$ – ймовірність створення процедури Π_{qs}^z за умови існування впливу $\overline{D_{qs}^z}$.

2. Взаємодія між інструментами технології вирішення функціональних задач ЗВО та інструментами технології управління інформацією[101].

Зміни в технології управління інформацією є джерелом змін в технології вирішення функціональних задач ЗВО в тому випадку, коли інформація, потрібна для вирішення функціональних задач формується в інших задачах і надходить в систему управління інформацією у відповідності з формулами (3.6)-(3.7). Цей вплив описується наступною моделлю.

Якщо в технологію управління інформацією буде добавлено процедуру Π_r^u , яка формує інформацію I_r^u , і ця інформація може бути використана в процедурі Π_{qs}^z функціональної задачі Γ_z , то

$$\exists D_r^u: p(\overline{\Pi_{qs}^z}/D_r^u) > p(\overline{\Pi_{qs}^z}) > 0, \quad (3.9)$$

де D_r^u – вплив того, що в процедурі технології управління інформацією Π_r^u отримується інформація I_r^u , яка використовується в процедурі Π_{qs}^z технології вирішення функціональних задач F_s^z ; $I_q^* = f(I_s^z)$ – функція залежності інформації I_q^* від інформації, яка формується в технології вирішення функціональних задач F_s^z ; Π_{sq}^z – процедура отримання інформації I_q^* з інформації, яка формується в технології вирішення функціональних задач F_s^z ; $p(\overline{\Pi_{qs}^z})$ – безумовна ймовірність спрощення процедури Π_{qs}^z ; $p(\overline{\Pi_{qs}^z}/D_r^u)$ – ймовірність спрощення процедури Π_{qs}^z при умові існування впливу D_r^u .

Висновки до розділу 3

1. Розроблено модель інформаційного середовища концентричної інформаційної технології. Виходячи з того, що інформаційне середовище концентричної інформаційної технології включає інформацію функціональних задач і нормативну інформацію виділено дві складові цього середовища: інформація, яка створена і використовується в функціональних задачах, та для забезпечення діяльності ЗВО; інформація, яка створюється в технології управління інформацією, а використовується в функціональних задачах, та для

забезпечення діяльності ЗВО. Дано визначення інформаційного середовища, цифрового об'єкту, класу цифрового об'єкту, атрибута цифрового об'єкту, наповнення параметрів цифрового об'єкту. Виділено складові компоненти інформаційного середовища закладу вищої освіти.

2. Запропоновано метод формування інформаційної технології вирішення функціональних задач закладів вищої освіти. Показано, що оптимальне рішення повинне забезпечити мінімізацію витрат на створення такої технології, та максимізацію вигод від її використання. Тому в основі методу підбір функціональних задач, які мають найвищу ефективність в освітньому процесі ЗВО і на створення яких необхідні найменші ресурси. Показано, в якому випадку повинне виконуватись придбання засобів таких технологій, а в якому – індивідуальна розробка.

3. Сформовано зміст інформаційної технології вирішення функціональних задач закладів вищої освіти. Наведено функціональні задачі, які повинні бути вирішені в процесі цифрової трансформації закладу вищої освіти. Виконано класифікацію цих задач по напрямкам цифрової трансформації.

4. Запропоновано метод управління інформацією в цифровому просторі закладів вищої освіти, який дозволяє виділити процедури, які належать різним функціям різних функціональних задач. Це дозволяє сформувати єдину систему підготовки інформації для функціональних модулів вирішення різних задач, що в свою чергу зменшує витрати на цифрову трансформацію ЗВО.

5. Сформовано зміст технології управління інформацією в цифровому просторі закладів вищої освіти, який включає функції і процедури: доbazової обробки інформації, обробки та зберігання вхідної, вихідної, та внутрішньої кореспонденції, формалізації текстової інформації, та ін.

6. Запропоновані функції інформаційної технології забезпечення діяльності закладів вищої освіти. Показано, що використання цих функцій має за мету надати всім користувачам потрібну інформацію в заданий час і в зручній формі (зазвичай, через WEB– портал).

7. Розроблено модель міжшарової взаємодії в концентричній інформаційній технології цифрової трансформації ЗВО. Що дозволило перейти у взаємодії компонентів такої технології від принципу «кожна задача з кожною через інтеграцію баз даних» до міжшарової взаємодії, в якій беруть участь тільки пов'язані між собою компоненти. Виділено взаємодії: між інструментами інформаційної технології забезпечення діяльності ЗВО та інструментами інформаційної технології вирішення функціональних задач; між інструментами технології вирішення функціональних задач ЗВО та інструментами технології управління інформацією.

РОЗДІЛ 4

ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДІВ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ОСВІТНЬОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Наукові результати дисертаційної роботи були використані для створення інформаційно-аналітичної системи підтримки освітньої діяльності університету (ІАСПОДУ). Це комплексна інформаційна система, що реалізує інформаційну технологію цифрової трансформації освітньої діяльності закладу вищої освіти. Система в теперішньому вигляді розробляється з 2009 року в Черкаському державному технологічному університеті в рамках науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт на факультеті інформаційних технологій і систем за консультаційної підтримки ІТ-компаній м.Черкас [14], [71], [72], базуючись на попередніх дослідженнях та розробках [70], [84], [106]. Вона має модульну структуру, щоб базувалась на концентричній архітектурі та моделях і методах концентричної інформаційної технології цифрової трансформації освітньої діяльності ЗВО. Система постійно розвивається, розробляються нові функціональні модулі, при цьому базова концентрична архітектура залишається незмінною, а методи інформаційної технології цифрової трансформації дають можливість забезпечити ефективність функціонування та розширення системи.

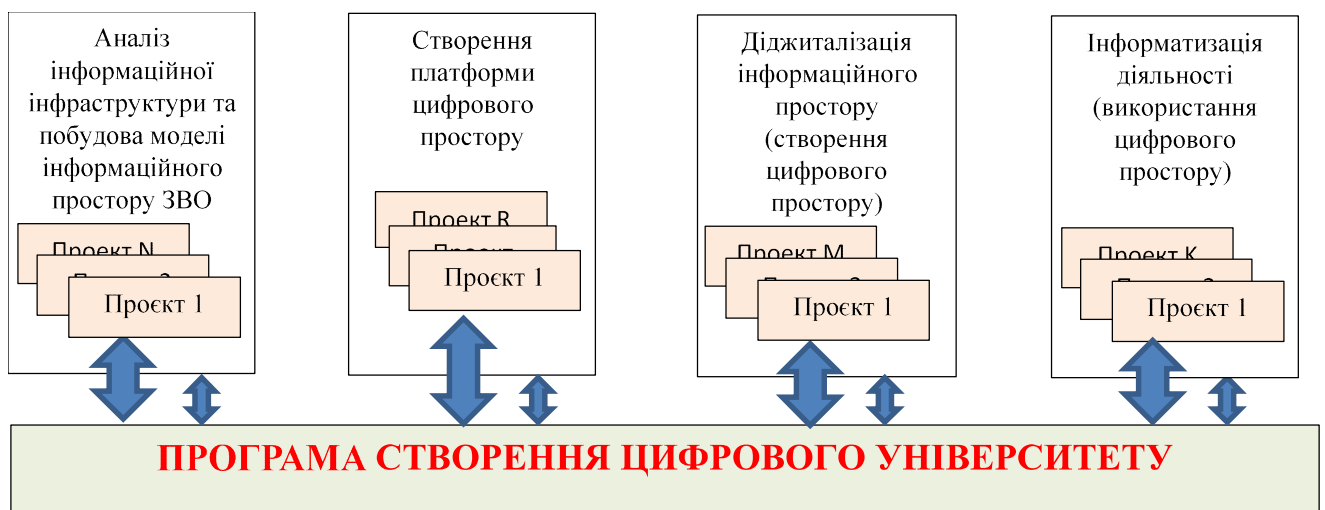


Рис.4.1. Структура програми створення цифрового університету [36]

У відповідності з положеннями дисертаційної роботи при розробці ІАСПОД застосовувався проєктний підхід до управління цифровою трансформацією ЗВО. Тобто, виділялися та були реалізовані проєкти цифрової трансформації, що дозволяло ефективно, що дозволяє ефективно керувати її ходом. При цьому всі проєкти об'єднуються в єдину програму створення цифрового університету [36], структура якої зображена на рис. 4.1.

В таблиці 4.1 наведено перелік та класифікацію проєктів, що реалізовувались або реалізуються при створення ІАСПОД. Виділено сім проєктів, які дають можливість реалізувати всі шари концентричної інформаційної – від нормативно-довідкової бази до технології вирішення функціональних задач та технології забезпечення діяльності закладу вищої освіти.

Таблиця 4.1

Проєкти створення ІАСПОД

Клас проєктів	Назва проєкту
Проєкти аналізу інформаційної інфраструктури ЗВО та побудови моделі інформаційного простору ЗВО	1. Проєкт аналізу та побудови моделей інформаційного простору ЗВО
Проєкти створення платформи цифрового простору	1. Проєкт міграції даних з розрізнених баз даних 2. Проєкт побудови системи статистичної обробки результатів контролю навчальних досягнень студентів
Проєкти цифровізації інформаційного простору	1. Проєкт синхронізації з ЄДЕБО 2. Проєкт цифровізації управління університетом
Проєкти інформатизації діяльності	1. Проєкт управління навчальним процесом 2. Проєкт "Мобільний додаток "Студент ЗВО"

Розглянемо реалізацію виділених на рис. 4.1 класів проєктів в рамках програми створення цифрового університету.

4.1. Аналіз інформаційного простору ЗВО та визначення документів цифрового середовища ІАСПОД

Сукупність всіх "бізнес-процесів", що реалізуються у ЗВО, формує логіку його діяльності, керуючими механізмами якої є чинники, що визначають правила цієї діяльності (законодавчі акти, нормативні документи, освітні програми, навчальні плани, штатний розпис, правила внутрішнього розпорядку тощо). З організаційно-інформаційної точки зору, кожен ЗВО можна розглядати як складний багаторівневий механізм, в якому основні бізнес-процеси ґрунтуються на обробці інформаційних потоків, а також склалися певні принципи управління. Систематизація цих потоків дозволила побудувати модель концентричної інформаційної технології, в якій виділяються взаємодіючі компоненти: система ведення нормативно-довідкової інформації, система інформаційних баз функціональних задач, система управління інформацією, система вирішення функціональних задач та система забезпечення діяльності ЗВО. Це дає змогу формалізувати більшість задач управління такими процесами, скласти відповідні алгоритми та процедури, а також побудувати комп'ютерні системи автоматизації управління закладом вищої освіти на основі системного підходу [40], [75], [76], [107], [108], [109].

Одним з основних напрямів роботи в процесі побудови інформаційно-аналітичної системи підтримки освітньої діяльності університету був аналіз предметної галузі – освітнього процесу та його організаційного супроводження, з побудовою відповідних моделей, які в подальшому відображались у структури даних та програмні структури. Предметна галузь характеризується великою кількістю інформаційних сутностей, часом доволі складних. До того ж, дані сутності можуть поєднуватись різними способами при формуванні документів або аналізі даних [65], [84], [87].

Для створення ефективної інформаційної системи управління освітнім процесом ЗВО, яка надає можливість системно задовольняти інформаційні потреби всіх категорій зацікавлених осіб, перш за все, потрібно визначити ролі в предметній галузі і перелік сутностей предметної галузі та їх атрибутів. При цьому на перших етапах не обов'язково виділяти всі ролі, сутності та атрибути – можуть бути виділені тільки ті, що потрібні на певному етапі розробки. Використання моделей, методів та засобів інформаційної технології цифрової трансформації дає можливість безболісно доповнити систему відповідними ролями, сутностями та атрибутами в потрібний момент.

Основою для дослідження предметної галузі закладу вищої освіти може служити робота [98], де виконано інформаційне моделювання загального процесу керування ЗВО, описано організаційну структуру керування ЗВО, описано потоки інформації відносно ланки керування. Достатньо детально інформаційне та функціональне середовища сучасного ЗВО описані в [36]. На основі представлених моделей та описів (тієї частини, що стосується освітньої діяльності), можна виділити наступні ролі осіб, що задіяні в навчальній діяльності:

- 1) ректор;
- 2) проректор;
- 3) начальник навчально-методичного відділу;
- 4) декан;
- 5) працівник деканату;
- 6) працівник навчально-методичного відділу;
- 7) завідувач кафедри;
- 8) викладач;
- 9) студент.

Вихідною інформацією для виділення сутностей предметної галузі та їх атрибутів є форми документів та форми аналітичні даних, що потрібні користувачам. Для документів та форм аналітичних даних побудовано моделі, що визначають: 1) потрібні інформаційні сутності; 2) джерела потрібної

інформації; 3) потрібні атрибути в рамках визначених сутностей. Дані моделі дають можливість визначити інформаційне, процедурне та організаційне наповнення інформаційної технології вирішення вибраної задачі.

Таблиця 4.2

Перелік формальних документів, які відображаються в інформаційній базі ІАСПОД

Категорія документа	Документи	Створювач документа	Споживач документа
Навчальні здобутки студента	Додаток до диплома. Академічна довідка. Виписка з залікової книжки.	Деканат НМВ	Студент
Програми навчання	Освітньо-професійна програма. Навчальний план. Робочий навчальний план. Навантаження викладачів. Індивідуальний план студента.	Кафедра	Кафедра Деканат НМВ Студент
Сесійний контроль	Заліково-екзаменаційна відомість. Зведена заліково-екзаменаційна відомість. Аркуш успішності студента. Відомість захисту випускної роботи. Виписка в особову справу студента.	Деканат	Деканат Кафедра
Аналітичні документи за результатами сесійного контролю	Відомості про результати екзаменаційної сесії.	Деканат	НМВ
Стипендіальні документи	Рейтинг студентів для нарахування стипендії	Деканат	Деканат Студент Ректор
Заяви	Заяви студентів	Студент	Деканат

В рамках проекту аналізу та побудови моделей інформаційного простору було проаналізовано формальні та неформальні документи, що використовуються в навчальній діяльності різними підрозділами ЗВО. Перелік та класифікація формальних документів представлено в таблиці 4.2.

Окремо проаналізовано накази, що стосуються навчального процесу (вони готуються деканатом та споживаються деканатом та навчально-методичним відділом (таблиця 4.3).

Таблиця 4.3

Перелік наказів, що стосуються освітньої діяльності

Документ	Додатково потрібно
Про переведення (зміна фінансування)	Заява
Про переведення (зі спеціальності на спеціальність)	Заява
Про поновлення	Заява
Про поновлення (з іншого ЗВО)	Заява Академічна довідка
Про переведення (з іншого ЗВО)	Заява Академічна довідка
Про відрахування	Заяв або Подання кафедри
Про переведення на курс	-
Про зміну прізвища	Довідка
Про продовження навчання для здачі ЕК та захисту ВБР	Заява
Про надання академвідпустки	Заява
Про продовження академвідпустки	Заява
Про повернення з академвідпустки	-
Про затвердження тем випускних (кваліфікаційних) робіт	Подання кафедри
Про проведення практики	Подання кафедри
Про проведення екскурсії	Подання кафедри

Також підрозділами ЗВО використовуються неформальні документи, що створюються переважно для зручності працівників підрозділів, не підписуються та не затверджуються посадовими особами (таблиця 4.4).

Серед усіх стандартних документів, що формуються в сучасному ЗВО, найбільш складним за кількістю даних і процесом їх підготовки є додаток до диплома про вищу освіту європейського зразка. Це обумовлено тим, що в цьому документі акумулюються дані за увесь період навчання здобувача вищої освіти, для його формування потрібен значний обсяг вхідних даних і багато операцій на їх опрацювання.

Таблиця 4.4

Перелік неформальних документів управління освітнім процесом

Документи	Створювач документа	Споживач документа
Звіт з успішності за семестр	Деканат	Деканат НМВ Ректор
Таблиця предметів групи випускників	Деканат	Деканат
Шахматка оцінок студентів	Деканат	Деканат
Списки студентів	Деканат	Деканат
Виписка в журнал відомостей	Деканат	Деканат
Виписка в журнал оцінок	Деканат	Деканат
Списки предметів в журнал оцінок	Деканат	Деканат
Списки студентів в журнал оцінок	Деканат	Деканат
Оцінки групи в семестрі (для журналу оцінок)	Деканат	Деканат
Журнал успішності	Деканат	Деканат

Модель наповнення ІАСПОД даними для формування додатку до диплома наведена на рис. 4.2. Аналіз моделі показує, що в додатку відображається інформація з дев'ятнадцяти сутностей предметної галузі, наповнення яких формується чотирма видами підрозділів ЗВО: приймальною комісією, навчально-методичним відділом, деканатами та кафедрами; джерелом

деяких видів інформації є Міністерство освіти і науки України.

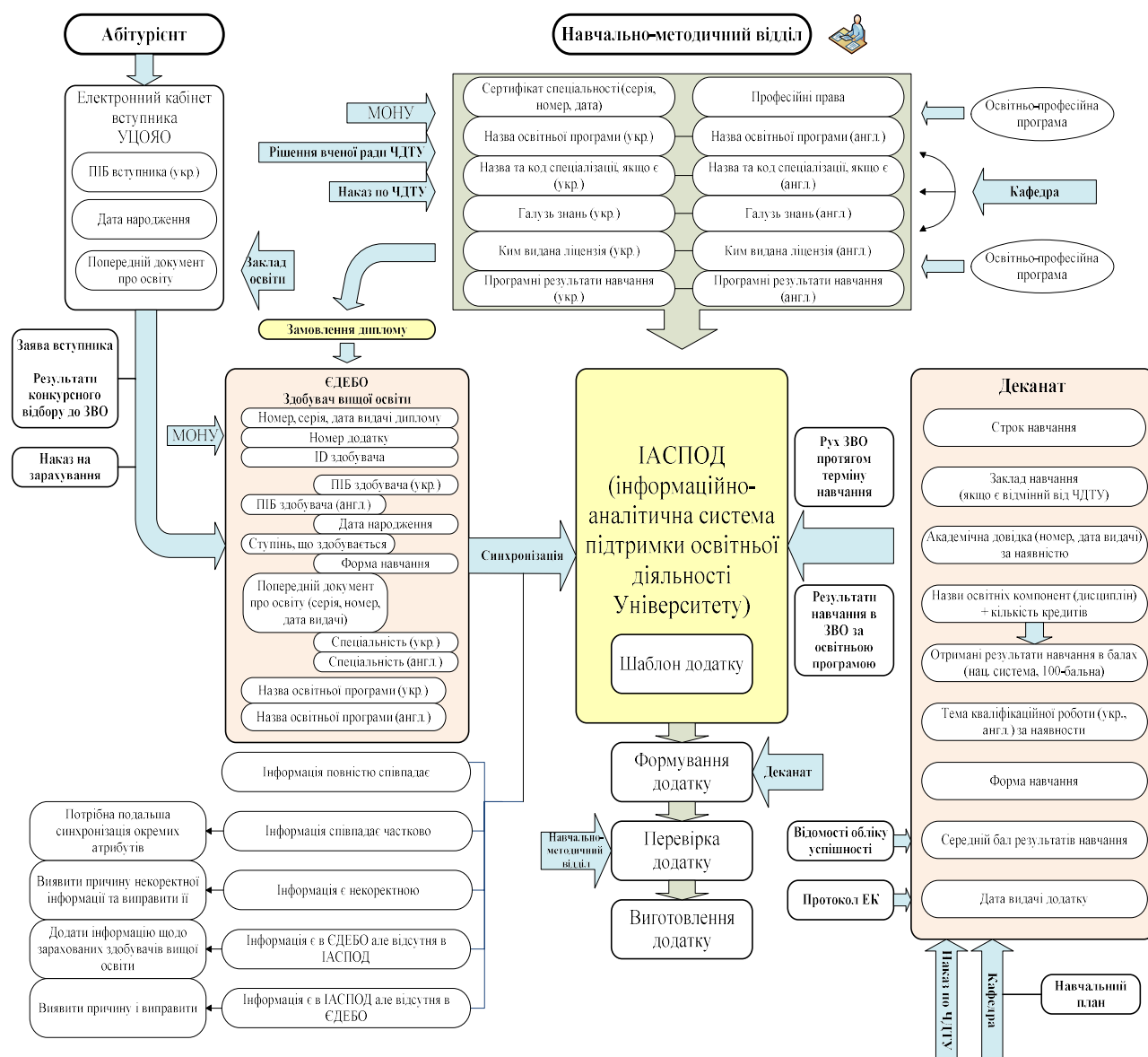


Рис. 4.2. Модель наповнення ІАСПОД даними для формування додатку до диплома

4.2. Інформаційна платформа технології цифрової трансформації ЗВО

4.2.1. Технологія міграції інформації з розрізаних баз даних

Зазвичай в освітній діяльності університетів використовуються розрізнені інформаційні системи. Дані системи часто мають різні бази даних для програмного забезпечення схожого функціоналу, що призводить до

багаторазового дублювання як інформації, так і програмних процедур.

Ще однією проблемою є те, що освітнє інформаційне середовище змінюється дуже швидко, останнім часом в цій сфері відбуваються численні реформи, що призводить до суттєвої зміни в інформаційних об'єктах та їх атрибутах. Тому, на початку розробки ІАСПОД постає задача міграції даних зі розрізнених (старих, зовнішніх) баз в базу даних нової системи, яку можна розділити на дві частини: 1) створити базу даних ІАСПОД, що повністю відповідає стану предметної галузі в даний час; 2) забезпечити перенесення даних зі структур розрізнених баз даних в нову структуру з максимальним збереженням семантики інформації. Крім того, база даних ІАСПОД розділяється на нормативно-довідникову частину та частину функціональної інформаційної бази.

Алгоритм міграції даних показано на рис. 4.3.

Як сервер баз даних ІАСПОД використовується PostgreSQL 9.6 – даний сервер використовується для всіх баз шарів нормативно-довідкової інформації та функціональної інформаційної бази на єдиному фізичному сервері. Використання єдиного серверу для баз даних дозволяє реалізовувати концентричну інформаційну технологію, забезпечуючи ефективну взаємодію між шарами. Крім того, PostgreSQL дозволяє розбивати базу даних на схеми – в різних схемах можна зберігати різні логічні частини бази даних, при цьому маючи можливість зберегти потрібні зв'язки між даними.

Спроектвана в результаті реалізації технології міграції база даних імплементує шар нормативно-довідкової інформації та шар функціональної інформаційної бази концентричної інформаційної технології цифрової трансформації ЗВО.

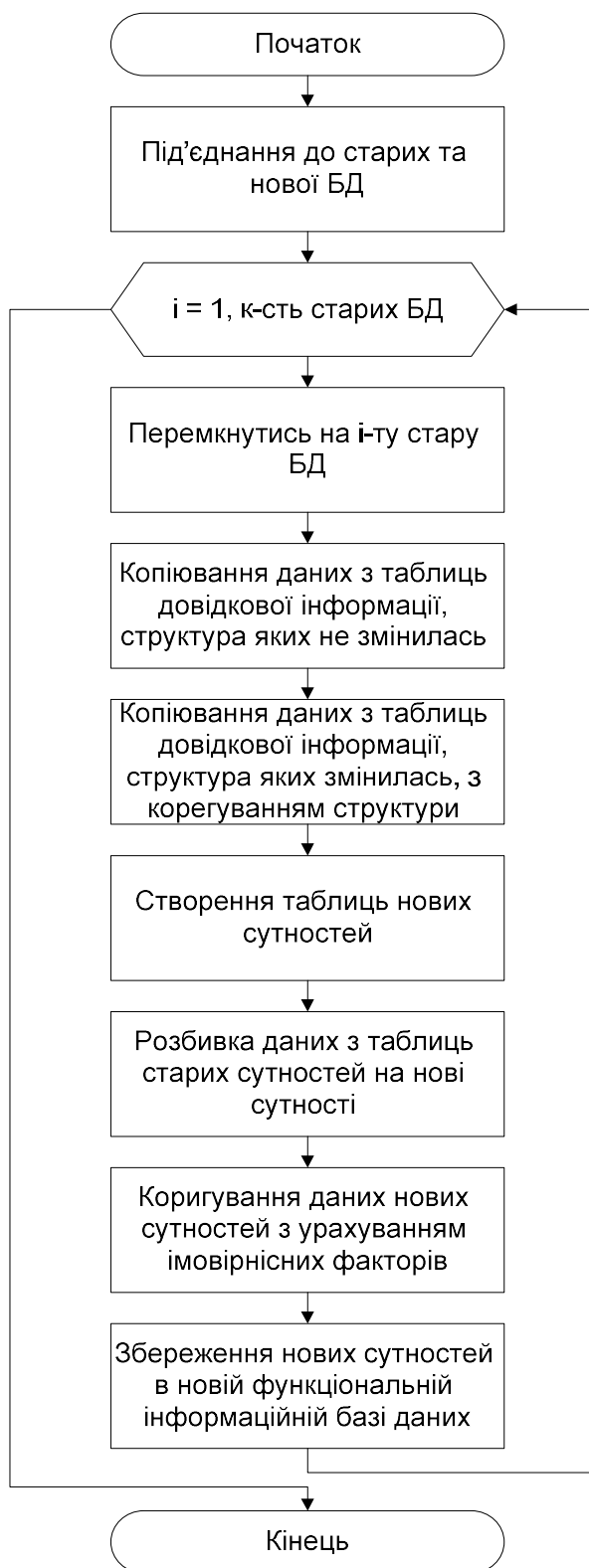


Рис. 4.3. Алгоритм міграції даних з розрізнених баз даних інформаційних систем в базу даних ІАСПОД

Результуюча база даних нормативно-довідкової інформації включає 20 таблиць. Її основними трьома складовими є: група таблиць освітньої програми

(структура зображена на рис. 4.4), група таблиць студентів (структура зображена на рис. 4.5), група таблиць предметів (структура зображена на рис. 4.6) та група таблиць викладачів (структура зображена на рис. 4.7).

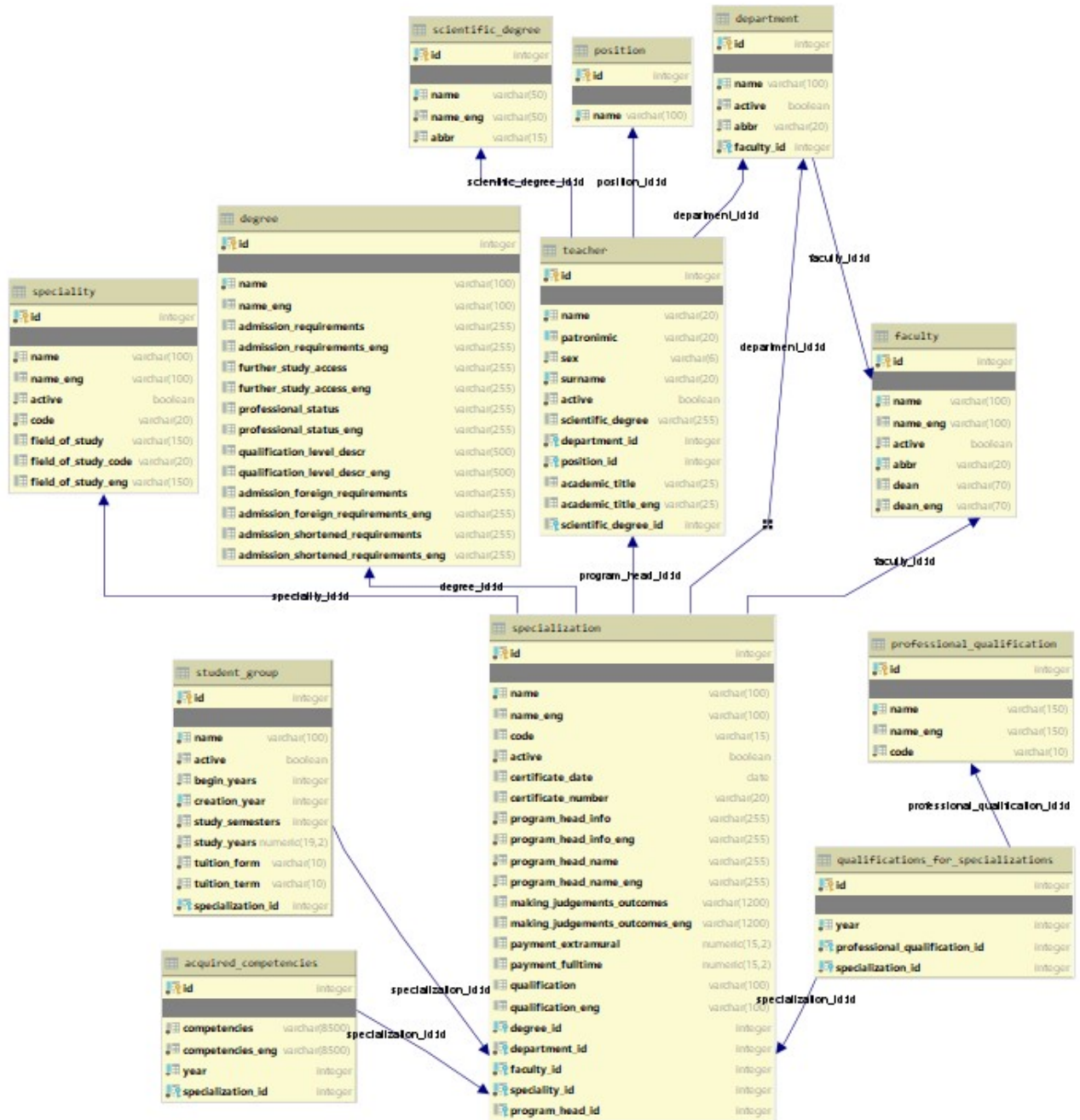


Рис. 4.4. Структура групи таблиць освітньої програми бази даних нормативно-довідкової інформації

Група таблиць освітньої програми включає в себе досить широкий спектр інформації, що стосується як класичних довідників, так і інформації, яка повинна бути включена в додаток до диплома – документ, який збирає в собі

всю інформацію, що стосується підсумкових результатів навчання студентів.

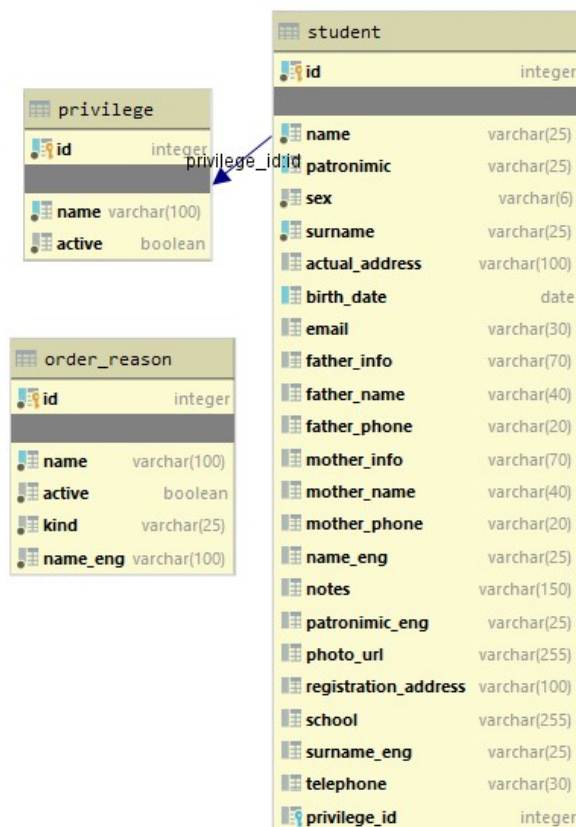


Рис. 4.5. Структура групи студентів бази даних нормативно-довідкової інформації

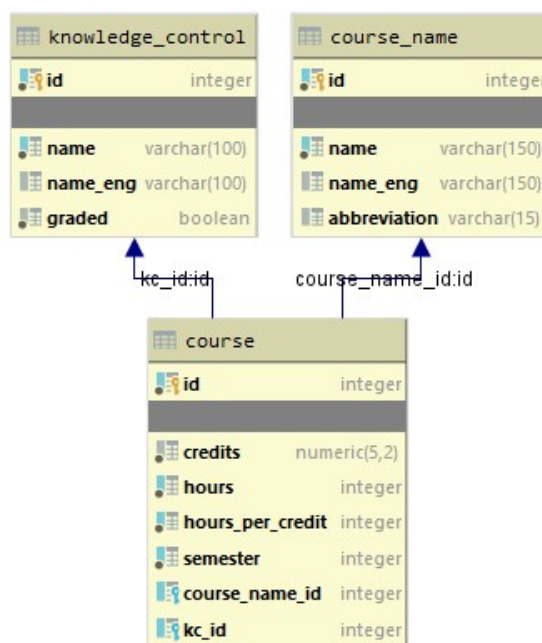


Рис.4.6. Структура групи таблиць предметів БД нормативно-довідкової інформації

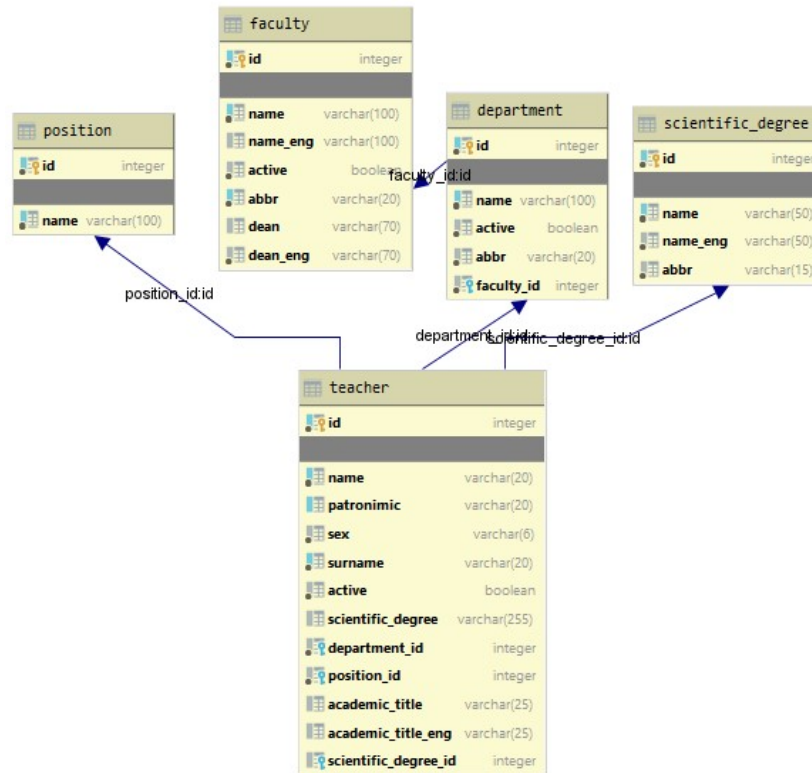


Рис. 4.7. Структура групи предметів бази даних нормативно-довідкової інформації

Повний набір таблиць бази даних нормативно-довідкової інформації представлено в таблиці 4.5.

Результуюча функціональна інформаційна база даних включає 16 таблиць. Вона включає в себе описи основних сутностей навчального процесу – студентів, що навчаються, навчальні плани, оцінки, а також сутності, що відображають бізнес-операції, які можуть проводитись зі студентами, такі, як відрахування, поновлення, направлення в академічну відпустку, повернення з академічної відпустки тощо. Основними складовими бази даних є такі логічні складові: група навчання студентів (структура зображена на рис. 4.8), група навчальних планів (структура зображена на рис. 4.9), група семестрових оцінок (структура зображена на рис. 4.10). Також в базі є група наказів та група користувачів – повний набір таблиць функціональної інформаційної бази даних представлено в таблиці 4.6.

Таблиця 4.5

Таблиці бази даних нормативно-довідкової інформації

Назва таблиці	Опис
acquired_competencies	Компетентності, що набувають студенти
course	Предмети, що коли-небудь були в університеті
course_name	Назви предметів, що коли-небудь були в університеті
current_year	Поточний навчальний рік
degree	Ступені здобувачів (бакалавр, магістрів тощо)
department	Кафедри
faculty	Факультети
field_of_knowledge	Галузі знань
knowledge_control	Види семестрового контролю знань
order_reason	Причини, що можуть бути в наказах
position	Посади
privilege	Існуючі пільги, що можуть бути у студентів
professional_qualification	Професійні кваліфікації
qualifications_for_specializations	Професійні кваліфікації, які отримують випускники за освітніми програмами
scientific_degree	Наукові ступені
speciality	Спеціальності
specialization	Освітні програми
student	Студенти
student_group	Академічні групи студентів
teacher	Викладачі

4.2.2. База даних системи статистичної обробки результатів контролю навчальних досягнень студентів

Найпоширеніша в Україні система дистанційного навчання Moodle надає викладачеві цілу низку сервісів, які можна використовувати для проведення освітньої діяльності в рамках дистанційного чи змішаного навчання. В тому числі Moodle надає потужний сервіс допомоги викладачеві в проведенні різних

видів контролю та оцінювання знань, вмінь і навичок студентів, у веденні журналу оцінок та виведенні підсумкових оцінок студентів у потрібній формі [78].

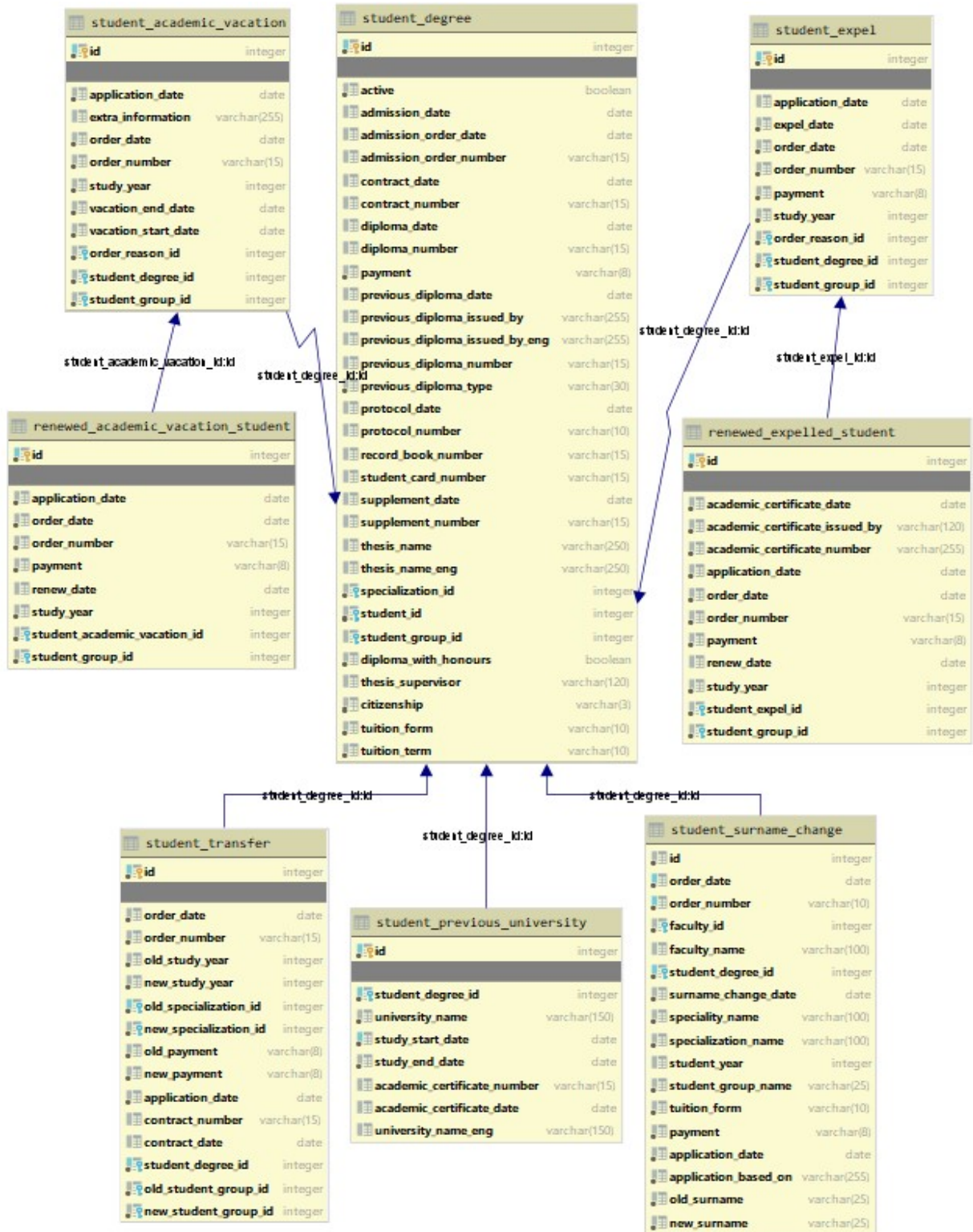


Рис. 4.8. Структура групи таблиц навчання студентів функціональної інформаційної бази даних

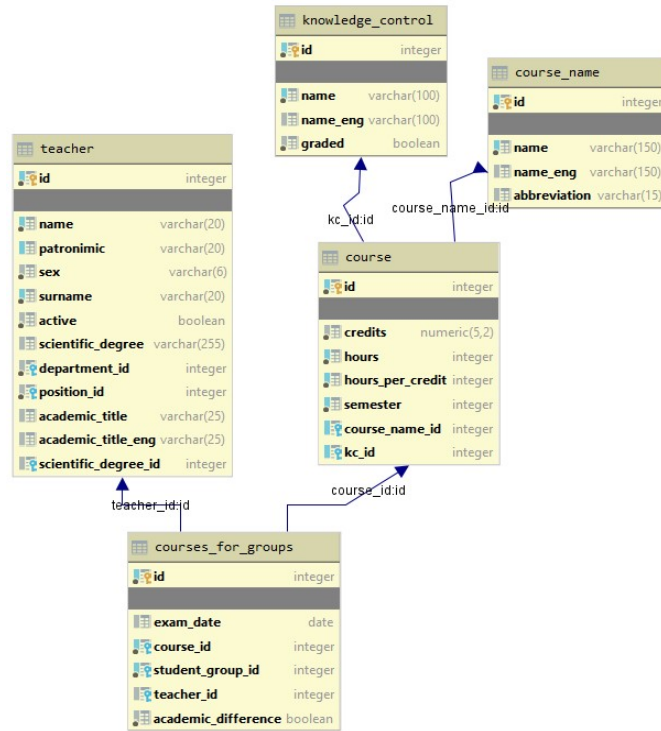


Рис. 4.9. Структура групи таблиц навчальних планів функціональної інформаційної бази даних (з урахуванням нормативно-довідкових таблиць)

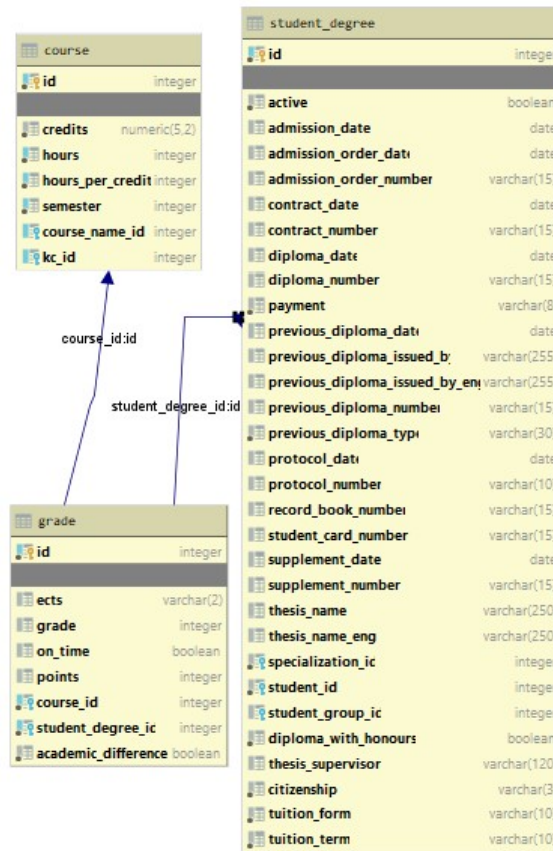


Рис. 4.10. Структура групи таблиц семестрових оцінок функціональної інформаційної бази даних (з урахуванням нормативно-довідкових таблиць)

Таблиця 4.6

Таблиці бази даних нормативно-довідкової інформації

Назва таблиці	Опис
application_user	Користувачі інформаційної системи
courses_for_groups	Навчальний план у вигляді предметів, що призначені академічним групам студентів
extra_points	Додаткові бали за результатом роботи в семестрі, що призначаються студентам-бюджетникам та впливають на призначення стипендії
grade	Оцінки семестрового контролю
renewed_academic_vacation_student	Студенти, що вийшли з академвідпустки
renewed_expelled_student	Поновлені після відрахування студенти
roles	Ролі користувачів
selective_course	Вибіркові предмети
selective_courses_student_degrees	Вибіркові предмети, що обрали студенти
student_academic_vacation	Студенти, яким надано академвідпустку
student_degree	Студенти, що проходять навчання
student_expel	Відрахування студентів
student_previous_university	Навчання студентів в інших ЗВО (якщо було)
student_surname_change	Зміна прізвища студентом
student_transfer	Переведення студентів на іншу спеціальність/факультет
users_roles	Ролі, призначені користувачам

При побудові модуля «Статистична обробка результатів контролю» було поставлено задачу побудувати базу даних даного модуля, який би відображав дані, що можуть генеруватись в системі Moodle. Першим кроком вирішення даної задачі є аналіз структур БД системи Moodle, насамперед тієї частини, в якій зберігаються дані оцінювання знань, вмінь і навичок студентів [78].

База даних Moodle складається з 198 таблиць, частина з яких вміщує інформацію про оцінки, виставлені студентам викладачами в результаті

проведення різноманітних заходів контролю. Це насамперед таблиці, назви яких починаються зі слова `grade`: `grade_categories`, `grade_categories_history`, `grade_grades`, `grade_grades_history`, `grade_import_newitem`, `grade_import_values`, `grade_items`, `grade_items_history`, `grade_letters`, `grade_outcomes`, `grade_outcomes_courses`, `grade_outcomes_history`, `grade_settings`[78].

Також є інші таблиці, інформація в яких повторює ту, яка міститься у вищезазначених таблицях: `lesson_grades`, `quiz_grades`, `workshop_grades`. Для того, щоб зрозуміти, які є можливості при оцінюванні студентів у системі дистанційного навчання Moodle, потрібно спочатку розглянути пов'язані з цим терміни. Їх перелік та визначення наведені у таблиці 4.7 [78].

Таблиця 4.7

Терміни, що використовуються при оцінюванні студентів у системі Moodle [78]

Термін	Визначення
Activity Захід	Один контрольний захід (наприклад, тест, завдання тощо)
Category Категорія	Набір <i>пунктів</i> оцінювання. Категорія також має агреговану оцінку, яка вираховується з її <i>пунктів</i> оцінювання. Нема обмежень на рівень вкладеності категорій (категорія може належати іншій категорії). Однак, один <i>пункт</i> оцінювання може належати тільки до однієї категорії.
Calculation Обрахунок	Формула, що використовується для обрахунку оцінок, базованих (необов'язково) на інших <i>пунктах</i> оцінювання.
Coursecompletion Проходження курсу	Поняття задоволення певним критеріям для успішного завершення курсу з відповідною атестацією. В контексті оцінювання це означає наявність набору оцінок, які повинні бути одержані, або певна кількість результатів/компетенцій, які повинні бути досягнуті/здобуті.
Grade Оцінка	Оцінка – результат одиночної перевірки знань. Це може бути число чи пункт шкали (пов'язаний з Результатом). "Сира" оцінка є числовою чи шкальною оцінкою Заходу. Кінцева оцінка є оцінкою, що відображена в Журналі Оцінок.

Таблиця 4.7 (закінчення)

Термін	Визначення
Gradebook Журнал Оцінок	Центральне місце в Moodle, де зберігаються і відображуються Оцінки студентів. Викладачі можуть вести записи про поточні здобутки студентів і визначати, який набір Оцінок їх студенти бачитимуть. Студенти можуть бачити власні оцінки.
GradeItem Пункт Оцінювання	"Колонка" Оцінок. Він може бути створений з певного Заходу або іншого модуля, обрахований з іншого Пункту Оцінювання або введений вручну.
History Історія	Журнал Оцінок має власний тип логу, який вміщує історію всіх змін в оцінках.
Outcome Результат	Результати - опис того, що студент повинен бути здатним розуміти чи виконувати по завершенню заходу чи курсу. Захід може мати більше одного результату і кожен з них може мати окрему оцінку (як правило, за шкалою). Іншим терміном для Результатів є Компетенції.
Scale Шкала	Шкала – це набір термінів, з яких викладач може вибрати один для оцінки, наприклад Дуже добре, Добре, Досить добре, Не дуже добре тощо.
LetterGrades Буквенні оцінки	Спеціальне представлення оцінок, близьке до Шкали. Букви визначаються нижніми границями оцінок, наприклад А (вище 90 %), В (вище 80 %), С (вище 70 %), D (вище 50 %), F (вище 0 %)

Таблиця grade_categories. Дана таблиця вміщує інформацію про категорії (categories), які використовуються для групування пунктів. Категорії можуть створювати ієрархію з довільною глибиною вкладеності. Структуру ієрархії категорій відображають поля courseid, parent та path (це можна простежити на прикладі рядків з id 2, 3, 4 таблиці на рис. 4.11). При створенні журналу оцінок в рамках курсу автоматично створюється категорія верхнього рівня, а для категорій автоматично створюються пункти, які призначені для обрахунку та збереження підсумкової оцінки по категорії [78].

id	courseid	parent	depth	path	fullname	aggregation	keephigh	droplow	aggregateonlygraded	aggregateoutcomes	aggregatesubc
13	1	NULL	1	/13/	?	11	0	0	1	0	
1	2	NULL	1	/1/	?	11	0	0	1	0	
2	3	NULL	1	/2/	?	13	0	0	0	0	
3	3	2	2	/2/3/	Модуль №1	13	0	0	0	0	
4	3	2	2	/2/4/	Модуль №2	13	0	0	0	0	
7	4	NULL	1	/7/	?	11	0	0	1	0	
5	5	NULL	1	/5/	?	11	0	0	1	0	
9	7	NULL	1	/9/	?	11	0	0	1	0	
8	8	NULL	1	/8/	?	11	0	0	1	0	
12	9	NULL	1	/12/	?	11	0	0	1	0	
11	10	NULL	1	/11/	?	11	0	0	1	0	
14	11	NULL	1	/14/	?	11	0	0	1	0	

Рис 4.11. Приклад даних з таблиці grade_categories [78]

В таблиці 4.8 наведено поля таблиці grade_categories, а на рис. 4.11 подано приклад даних з таблиці grade_categories. Схема зв'язків між таблицями, придатна для найпростішого аналізу оцінок, показана на рис. 4.12.

Таблиця 4.8

Поля таблиці grade_categories[78]

Поле	Тип	Info
id	int(10)	Autoincrementing
courseid	int(10)	Предмет, частиною якого є дана категорія оцінки (gradecategory)
parent	int(10)	Посилання на батьківську grade_category в ієрархії
depth	int(10)	Глибина даної категорії від найвищого рівня (1,2,3)
path	varchar(255)	Показує шлях як /1/2/3/
fullname	varchar(255)	Назва даної категорії
aggregation	int(10)	Константа, що вказує на одну з наперед заданих стратегій агрегування
keephigh	int(10)	Утримує тільки X найвищих пунктів
droplow	int(10)	Вилучає X найнижчих пунктів
aggregateonlygraded	int(1)	Агрегує тільки існуючі оцінки
aggregateoutcomes	int(1)	Агрегує результати разом з нормальними пунктами
timecreated	int(10)	Час, коли дана grade_category була створена

Таблиця grade_items. Таблиця містить інформації про пункти контролю, за якими виставляються оцінки (один пункт відповідає одному стовпчику з оцінками). Якщо певний контрольний захід (письмове завдання чи тест) має декілька пунктів контролю асоційованих з ним (тобто декілька окремих результатів, окремо оцінених числовими показниками), то це відображатиметься відповідною кількістю рядків в таблиці 4.9 [78]. Додаткові поля показані в таблиці 4.10.

Пункти контролю також можуть створюватись самою системою автоматично у вигляді підсумкових пунктів. На рис. 4.13 можна побачити різні види пунктів контролю для одного предмету, серед яких є три, для яких значення поля itemname порожнє – вони створюються системою автоматично і мають значення поля itemtype або course, або category [78].

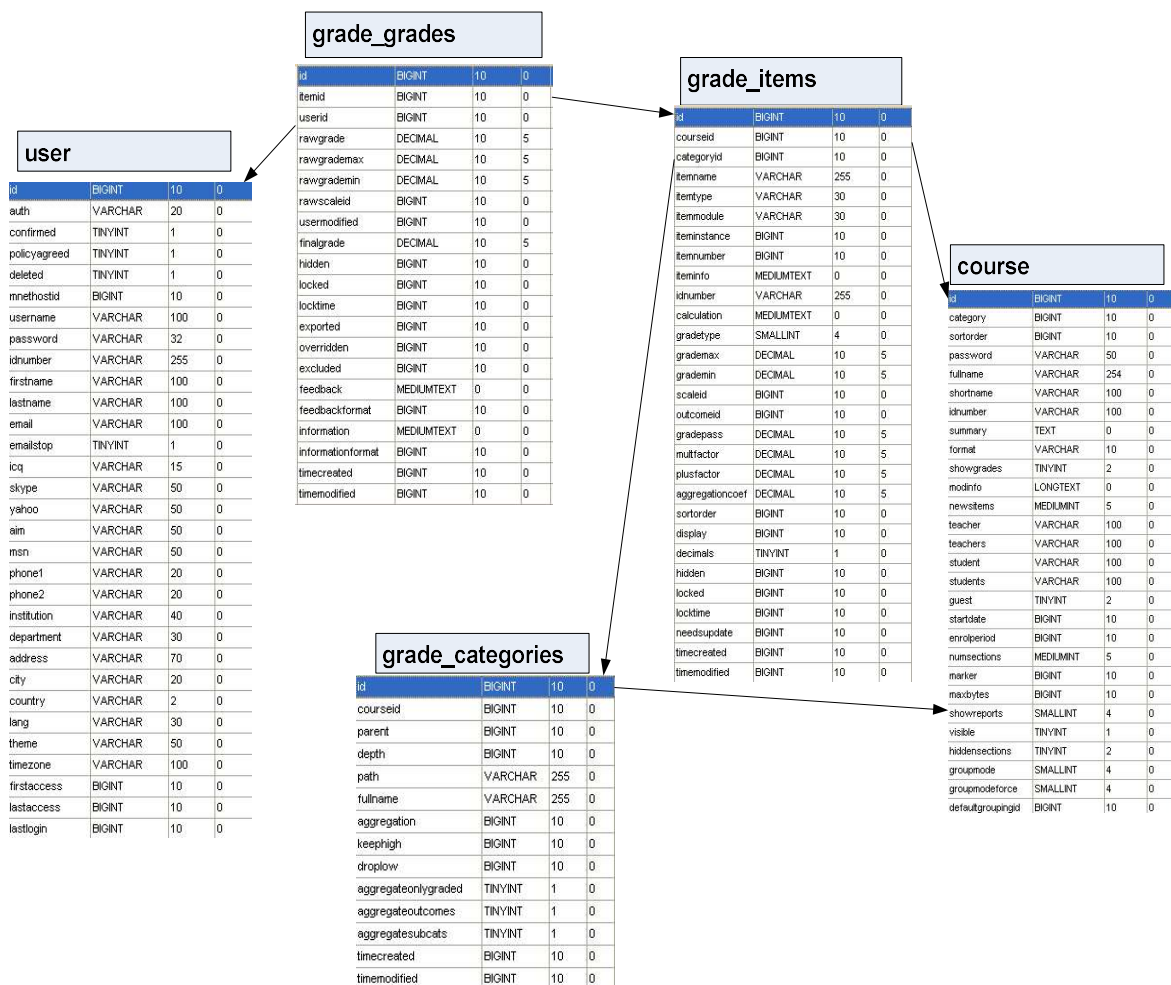


Рис. 4.12. Зв'язки між основними таблицями, що стосуються оцінок студентів в базі даних Moodle [78]

Таблиця 4.9

Основні поля таблиці grade_items [78]

Поле	Тип	Значення
id	int(10)	Autoincrementing
courseid	int(10)	Посилання на курс з таблиці course, до якого належить даний пункт
categoryid	int(10)	Категорія, якій належить даний пункт
itemtype	Varchar(30)	'mod', 'blocks', 'manual', 'course', 'category' тощо
itemname	Varchar(255)	Назва <i>пункту</i> (внесений модулем або введений користувачем)
idnumber	Varchar(255)	Необов'язковий і унікальний для курсу idnumber наданий модулем. idnumber є тегом унікальним в середині курсу, який ідентифікує <i>пункт</i> і є корисним для ідентифікації даних при експорті і для посилань на пункти при розрахунку. Це той же idnumber, що і в course_modules.
gradetype	int(4)	0=none, 1=числовезначення, 2=scale (шкала), 3=text
scaleid	int(10)	Посилання на таблицю шкал, якщо оцінка базується на шкалі
outcomeid	int(10)	Якщо це пункт outcome, котрий outcome це є
locked	int(10)	0 – не блоковано, > 0 – дата, коли пункт був блокований (не можна змінювати кінцеву оцінку чи <i>пункт</i>)
locktime	int(10)	0 – автоблокування відсутнє, >0–дата, після якої відбудеться автоблокування <i>пункту</i> та кінцевих оцінок
needsupdate	int(10)	Якщо даний прапорець встановлений, то вся колонка буде розрахована заново. Якщо встановлено в <i>пункт</i> , деякі інші <i>пункти</i> потребують переобрахунку. Обраховані <i>пункти</i> та category пункти перерахуються разом з будь-якими іншими <i>пунктами</i> .
grademax	Float(10,5)	Яка максимально дозволена оцінка
grademin	Float(10,5)	Яка мінімально дозволена оцінка

Таблиця 4.10

Додаткові поля таблиці grade_items [78]

Поле	Тип	Значення
itemmodule	varchar(30)	'forum', 'quiz', 'csv', тощо
iteminstance	int(10)	id модуля <i>пункту</i>
itemnumber	int(10)	Може бути використаний, щоб розрізнити багато оцінок для одного студента в рамках одного контрольного заходу
iteminfo	text	Нотатки відносно даного <i>пункту</i>
calculation	text	Формула (як в електронних таблицях), яка використовується для перетворення "сирих" оцінок в остаточні оцінки
gradepass	float(10,5)	Яка оцінка потрібна для того, щоб студент здав $\text{grademin} \leq \text{gradepass} \leq \text{grademax}$
multfactor	float(10,5)	Множити всі "сирі" оцінки на цей множник
plusfactor	float(10,5)	Додати цей доданок до всіх "сирих" оцінок
aggregationcoef	float(10,5)	Вага, застосована до всіх оцінок в даному <i>пункті</i> впродовж агрегації з іншими <i>пунктами</i> .
sortorder	int(10)	Порядок сортування в колонках
display	int(10)	Показувати як номінальні оцінки, проценти (по відношенню до мінімальних та максимальних оцінок) чи букви (A, B, Стощо), чи значення за замовчанням (0)
hidden	int(10)	1 – приховувати завжди, > 1 – дата, до якої приховувати (забороняє перегляд всіх оцінок студентами)
deleted	int(10)	1 значить, що екземпляр асоційованого модуля був вилючений
timecreated	int(10)	Час, коли даний grade_item був створений

id	courseid	categoryid	itemname	itemtype	itemmodule	iteminstance	itemnumber	iteminfo	idnumber	calculation	gradetype	g
4	3	NULL	NULL	course	NULL	2	NULL	NULL	NULL	NULL	1	
5	3	NULL		category	NULL	3	NULL			NULL	1	
6	3	3	ООП Тест №1	mod	quiz	1	0	NULL	NULL	NULL	1	
7	3	3	Захист лабораторної роботи №1	manual	NULL	NULL	0			NULL	1	
8	3	3	Захист лабораторної роботи №2	manual	NULL	NULL	0			NULL	1	
9	3	NULL		category	NULL	4	NULL			NULL	1	
11	3	4	ООП Тест №2	mod	quiz	3	0	NULL		NULL	1	
25	3	3	Відвідування занять	manual	NULL	NULL	0			NULL	1	
22	3	3	Активність на лекційних та практичних заняттях впр...	manual	NULL	NULL	0			NULL	1	
24	3	3	Захист лабораторних робіт не пізніше 2 тижнів післ...	manual	NULL	NULL	0			NULL	1	

Рис. 4.13. Приклад даних з таблиці `grade_items` для одного предмету [78]

Таблиця `grade_grades`. В таблиці записуються індивідуальні оцінки для кожного студента і кожного пункту. Поля показані в таблиці 4.11. `rawgrademax/min` та `rawscaleid` зберігаються для запису відповідних значень в час збереження оцінки; викладачі можуть змінювати їх. Всі результати нормалізовані/обраховані для кінцевої оцінки, яка є відносною до `max/min/scaleid` значень, збережених в `grade_item`. Потрібно мати на увазі, що кінцева оцінка може бути не цілою – потрібно округлити її для показу[78].

На рис. 4.14 зображена частина таблиці `grade_grades` для одного студента (як видно, всі значення в полі `userid` однакові), який оцінений за декількома пунктами. При цьому в колонці `rawgrade` присутні оцінки з тестів, а в колонці – `finalgrade` всі оцінки, які є результатами тестів, вручну виставлені викладачем за різними видами діяльності та підсумкові[78].

Особливу увагу потрібно звернути на колонки `rawgrade` та `finalgrade`. Мається на увазі, що кінцева оцінка студента може не співпадати з тією, яку він безпосередньо отримав під час оцінювання. Це можливо, наприклад, при використанні тестів, коли оцінка виставляється за методикою ранжування. «Сирі» оцінки відповідають значенням, безпосередньо проставленим при оцінюванні, але з таблиці на рис. 4.14 видно, що оцінки, які проставляються вручну, записуються в поле `finalgrade`, при цьому поле `rawgrade` дорівнює `NULL`.

Поле `finalgrade` кешується і значення змінюються кожного разу, коли «сирі» значення `grade_item` змінюються.

Таблиця 4.11

Поля таблиці `grade_grades` [78]

Поле	Тип	Значення
id	int(10)	autoincrementing
itemid	int(10)	Посилання на пункт, до якого відноситься оцінка
userid	int(10)	Посилання на студента, якому виставлено оцінку
rawgrade	Float(11, 10)	"Сира" оцінка, введена в систему
rawgrademax	Float(11, 10)	Максимально можлива оцінка в час введення оцінки
rawgrademin	Float(11, 10)	Мінімально можлива оцінка в час введення оцінки
rawscaleid	int(10)	Посилання на таблицю шкал
usermodified	int(10)	Посилання на користувача, який останнім змінював «сиру» оцінку
finalgrade	Float(11, 10)	Остання оцінка після проведення всіх обрахунків
hidden	int(10)	0 – не прихована, 1 – завжди прихована, > 1 – дата, до якої приховувати
locked	int(10)	0 – не заблокована, > 0 – коли оцінка була заблокована
locktime	int(10)	0 - ніколи, > 0 – дата, після якої автоматично блокуватиметься кінцева оцінка
exported	int(10)	0 – не експортується, > 0 – остання дата експорту
excluded	int(10)	оцінка виключається з агрегації, > 0 – остання дата експорту
overridden	int(10)	0 – не перевизначена, > 0 – остання дата перевизначення
feedback	text	Ручний зворотній зв'язок від викладача. Може бути кодом типу 'mi'.
feedbackformat	int(10)	Текстовий формат для зворотного зв'язку
information	text	ще не визначене (В майбутньому можлива інформація така, як розподіл рейтингу форуму)
informationformat	int(10)	Текстовий формат для інформації

id	itemid	userid	rawgrade	rawgrademax	rawgrademin	rawscaleid	usermodified	finalgrade	hidden	locked	locktime
9	4	15	NULL	100.00000	0.00000	NULL	NULL	50.68966	0	0	0
96	9	15	NULL	100.00000	0.00000	NULL	NULL	70.00000	0	0	0
17	5	15	NULL	100.00000	0.00000	NULL	NULL	77.00000	0	0	0
31	6	15	15.00000	20.00000	0.00000	NULL	4	15.00000	0	0	0
33	7	15	NULL	100.00000	0.00000	NULL	4	23.00000	0	0	0
39	8	15	NULL	100.00000	0.00000	NULL	4	23.00000	0	0	0
69	11	15	14.00000	20.00000	0.00000	NULL	4	14.00000	0	0	0
103	24	15	NULL	100.00000	0.00000	NULL	4	5.00000	0	0	0
104	22	15	NULL	100.00000	0.00000	NULL	4	3.00000	0	0	0
159	25	15	NULL	100.00000	0.00000	NULL	4	8.00000	0	0	0

Рис. 4.14. Приклад даних з початкових полів таблиці `grade_grades` для одного з студентів

Однією з проблем, яка виявлена при аналізі бази даних Moodle, полягає в тому, що група студентів прив'язана до дисципліни таким чином, що однакові студенти можуть належати до різних груп у різних дисциплінах. У ВНЗ України студенти належать визначеній групі студентів з початку навчання. Тому потрібно було знайти механізм, який забезпечить існування однакових груп в різних дисциплінах системи електронного навчання. В протилежному випадку добування статистичних даних по групах, факультетах, напрямках підготовки, спеціальностях – не можливе. Для розв'язання цієї проблеми запропоновано використовувати імпорт груп студентів в систему електронного навчання, що підтримується програмним продуктом Moodle, на початку семестру працівниками деканату в дисципліни, які визначені навчальним планом семестру [78].

Для того, щоб імпортувати списки груп до дисциплін системи електронного навчання, потрібно виконати наступні дії [78]:

1. Сформулювати запит з бази даних деканату і експортувати таблицю, в якій містяться стовпчики `lastname`, `firstname`, `course1`, `course2`, `course3`, `group1`, `group2`, `group3` (група вказується однакова але стільки разів, скільки курсів);

2. Експортувати таблицю в форматі csv-файлу: `filename.csv`. Додати колонки `username` (генерувати логін користувача);

3. Імпортувати користувачів з файлу `filename.csv` за допомогою інструменту «завантажити користувача». Указати розділовий знак « ; », кодування `Window1251`, кількість рядків для читання 20;

4. Указати «генерувати пароль при необхідності»;
5. Указати email (якщо невідомий, то %u@ukr.net, відключений), встановити «Додати нових користувачів та оновити існуючих користувачів». Усім оновленим надіслати поштове повідомлення;
6. Перевірити в списку користувачів, чи правильно додалися користувачі.
Якщо прізвище, ім'я однакові, а логін різний, то система додає нового користувача. Тому, якщо користувач змінив логін, а адміністратор не використовує старий csv-файл, то виникне два користувача з однаковим П.І.Б. Система не повідомить, що новий користувач вже є і запише його як нового. Всі зміни в логінах повинні або зберігатись у csv-файлі, що використовується для генерації груп, або бути заборонені. Приклад csv-файл, наведений на рис. 4.15[78].

Неправильне указування працівником деканату електронної пошти не є проблемою, оскільки згодом користувач може зайти і змінити адресу своєї електронної пошти. Отже, заборона змінювати логін без узгодження з адміністратором забезпечує правильне імпортування груп студентів в систему електронного навчання.

username	lastname	firstname	course1	course2	course3	course4	group1	group2	group3	group4
gavrushov	Гаврюшов	Антон	ЕНК Д. 1.1	ЕНК Д. 1.2	ДА	НП	КТ601	КТ601	КТ601	КТ601
gradilenko	Градilenko	Володимир	ЕНК Д. 1.1	ЕНК Д. 1.2	ДА	НП	КТ601	КТ601	КТ601	КТ601
direktorenko	Директоренк	Олена	ЕНК Д. 1.1	ЕНК Д. 1.2	ДА	НП	КТ601	КТ601	КТ601	КТ601
krivous	Кривоус	Геннадій	ЕНК Д. 1.1	ЕНК Д. 1.2	ДА	НП	КТ601	КТ601	КТ601	КТ601
kurinniy	Курінний	Володимир	ЕНК Д. 1.1	ЕНК Д. 1.2	ДА	НП	КТ601	КТ601	КТ601	КТ601
maximenko	Максименко	Дмитро	ЕНК Д. 1.1	ЕНК Д. 1.2	ДА	НП	КТ601	КТ601	КТ601	КТ601
melnichuk	Мельничук	Євгеній	ЕНК Д. 1.1	ЕНК Д. 1.2	ДА	НП	КТ601	КТ601	КТ601	КТ601
moroz	Мороз	Руслан	ЕНК Д. 1.1	ЕНК Д. 1.2	ДА	НП	КТ601	КТ601	КТ601	КТ601
negoda	Негода	Анастасія	ЕНК Д. 1.1	ЕНК Д. 1.2	ДА	НП	КТ601	КТ601	КТ601	КТ601
plahotnuk	Плаhotнюк	Олексій	ЕНК Д. 1.1	ЕНК Д. 1.2	ДА	НП	КТ601	КТ601	КТ601	КТ601
sergiyenko	Сергієнко	Денис	ЕНК Д. 1.1	ЕНК Д. 1.2	ДА	НП	КТ601	КТ601	КТ601	КТ601
sikachova	Сікачова	Олександра	ЕНК Д. 1.1	ЕНК Д. 1.2	ДА	НП	КТ601	КТ601	КТ601	КТ601
slinko	Слинько	Igor	ЕНК Д. 1.1	ЕНК Д. 1.2	ДА	НП	КТ601	КТ601	КТ601	КТ601
tabachenko	Табаченко	Олексій	ЕНК Д. 1.1	ЕНК Д. 1.2	ДА	НП	КТ601	КТ601	КТ601	КТ601
terentyeva	Терентьева	Анна	ЕНК Д. 1.1	ЕНК Д. 1.2	ДА	НП	КТ601	КТ601	КТ601	КТ601

Рис. 4.15. Приклад csv-файлу для імпорту користувачів [78]

Зауваження. Існування двох користувачів з однаковим прізвищем не створює проблеми для підсистеми статистичної обробки результатів контролю. Виникає проблема тільки тоді, коли виникає відрахування. Тоді адміністратору

доведеться відрахувати усіх студентів з даним П.І.Б. Від помилок такого роду не застрахована жодна база даних.

Важливо, що використання вищевказаного способу імпорту груп студентів забезпечує те, що при завантаженні користувачів з указуванням групи і дисципліни групи автоматично, навіть якщо вони не створені викладачем дисципліни, закріплюються за дисциплінами [78].

Якщо користувача не має, то він додається до списку користувачів як зареєстрований на дисципліни, які були вказані (в інших дисциплінах користувача не побачать) [78].

На рис. 4.16 наведений приклад групи, яка вивчає дисципліну «Моделювання систем» (зі скороченою назвою МС), введена працівником деканату на початку семестру.

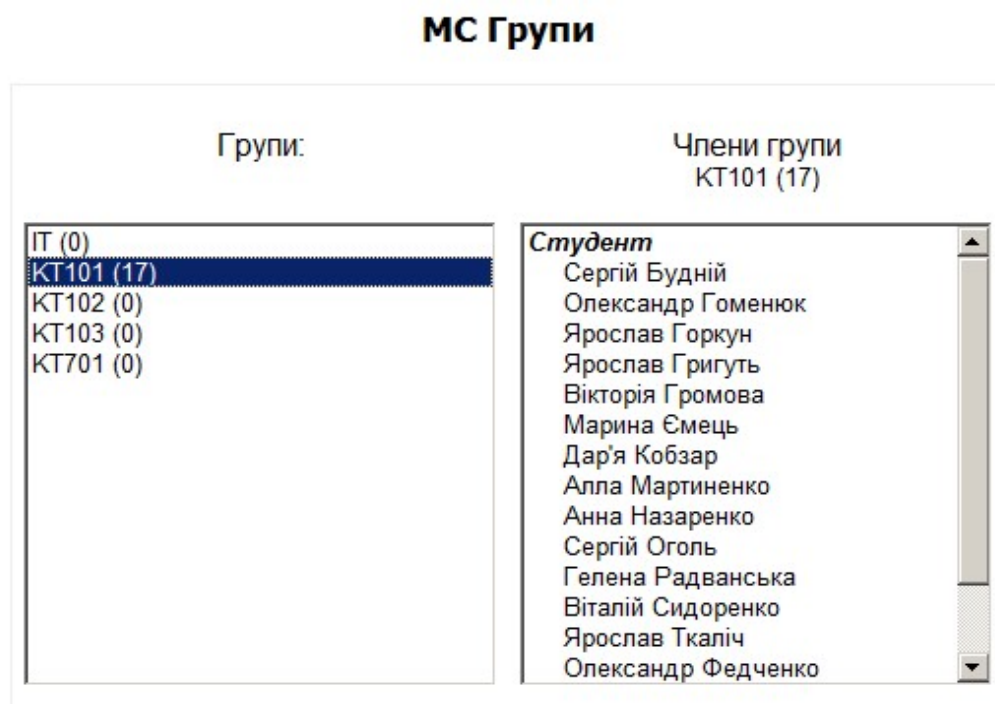


Рис. 4.16. Приклад групи студентів [78]

Аналогічно працівник деканату може зареєструвати не тільки студента, але й викладача. За замовчуванням усі користувачі, що додаються, мають роль «студент». Якщо ввести поле «type1» і вказати значення «2» для викладача, а значення «3» для студента, то можна одночасно ввести і викладача і студентів групи.

4.3. Цифровізація інформаційного простору

4.3.1. Технологія синхронізації з ЄДЕБО

Єдина державна електронна база з питань освіти (ЄДЕБО) є автоматизованою системою збирання, реєстрації, оброблення, зберігання та захисту відомостей та даних з питань освіти. Власником ЄДЕБО є держава, розпорядником – Міністерство освіти і науки України, а технічним адміністратором – державне підприємство «Інфоресурс». Законом України «Про освіту» встановлено, що обов’язковими складовими ЄДЕБО є Реєстр суб’єктів освітньої діяльності, Реєстр документів про освіту, Реєстр сертифікатів зовнішнього незалежного оцінювання та Реєстр студентських (учнівських) квитків. ЄДЕБО забезпечує різні рівні доступності відкритої інформації (яку кожен може переглянути через сайт МОН) та інформації з обмеженим доступом (до якої є доступ у навчальних закладів, що підключені до системи – зокрема, це 789 закладів вищої освіти, що є юридичними особами, та 686 їх відокремлених структурних підрозділів) [68].

На жаль, Єдина державна електронна база з питань освіти не надає Application Program Interface (API) для доступу сторонніх систем, відповідно, університетські інформаційні системи не можуть бути напряму інтегровані з ЄДЕБО. З іншого боку, інтеграція з ЄДЕБО є важливим чинником забезпечення ефективності та надійності у роботі інформаційних систем ЗВО, оскільки в ЄДЕБО є частина навчальної інформації, яка проходить найбільш ретельну перевірку, відображається в найважливіших документах (таких, як наприклад, диплом про вищу освіту), тому вручну дублювати дану інформацію в ІС ЗВО є вкрай недоречним.

В рамках технології синхронізації з ЄДЕБО як частини процесу цифровізації інформаційного простору було поставлено задачу забезпечити перенесення даних про студентів ЄДЕБО до ІАСПОД в зручному для користувача вигляді, з мінімізацією вірогідності виникнення помилок в БД

ІАСПОД [115]. Спосіб передачі інформації, який при цьому можна використати – це імпорт в ІАСПОД csv-файлу, попередньо експортованого даних з ЄДЕБО.

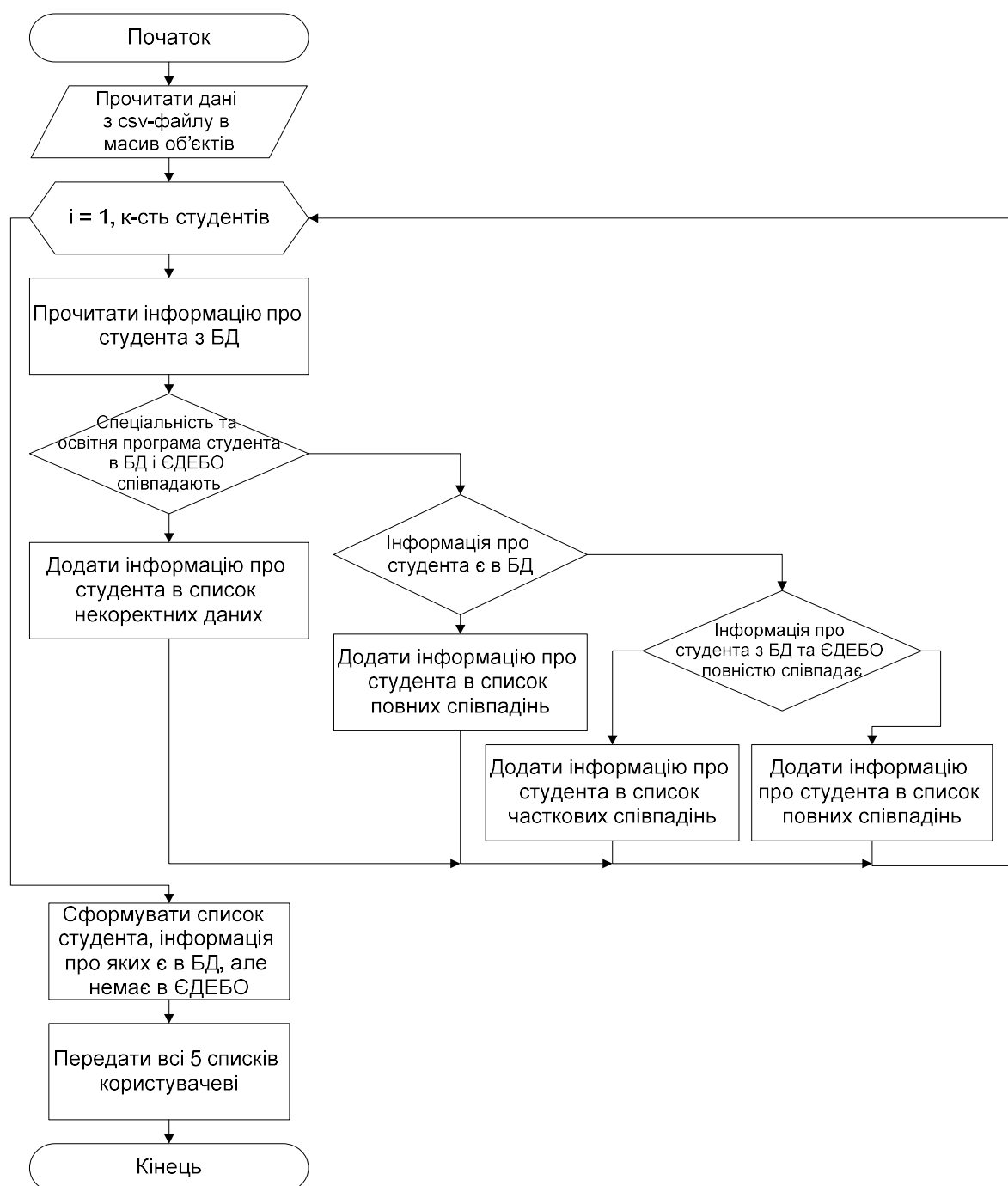


Рис. 4.17. Алгоритм розподілу даних про студентів з ЄДЕБО на категорії

Алгоритм розбивання даних про студентів на вказані списки при імпорті з ЄДЕБО зображено на рис. 4.17, а алгоритм збереження даних про студентів при імпорті з ЄДЕБО зображено на рис. 4.18.

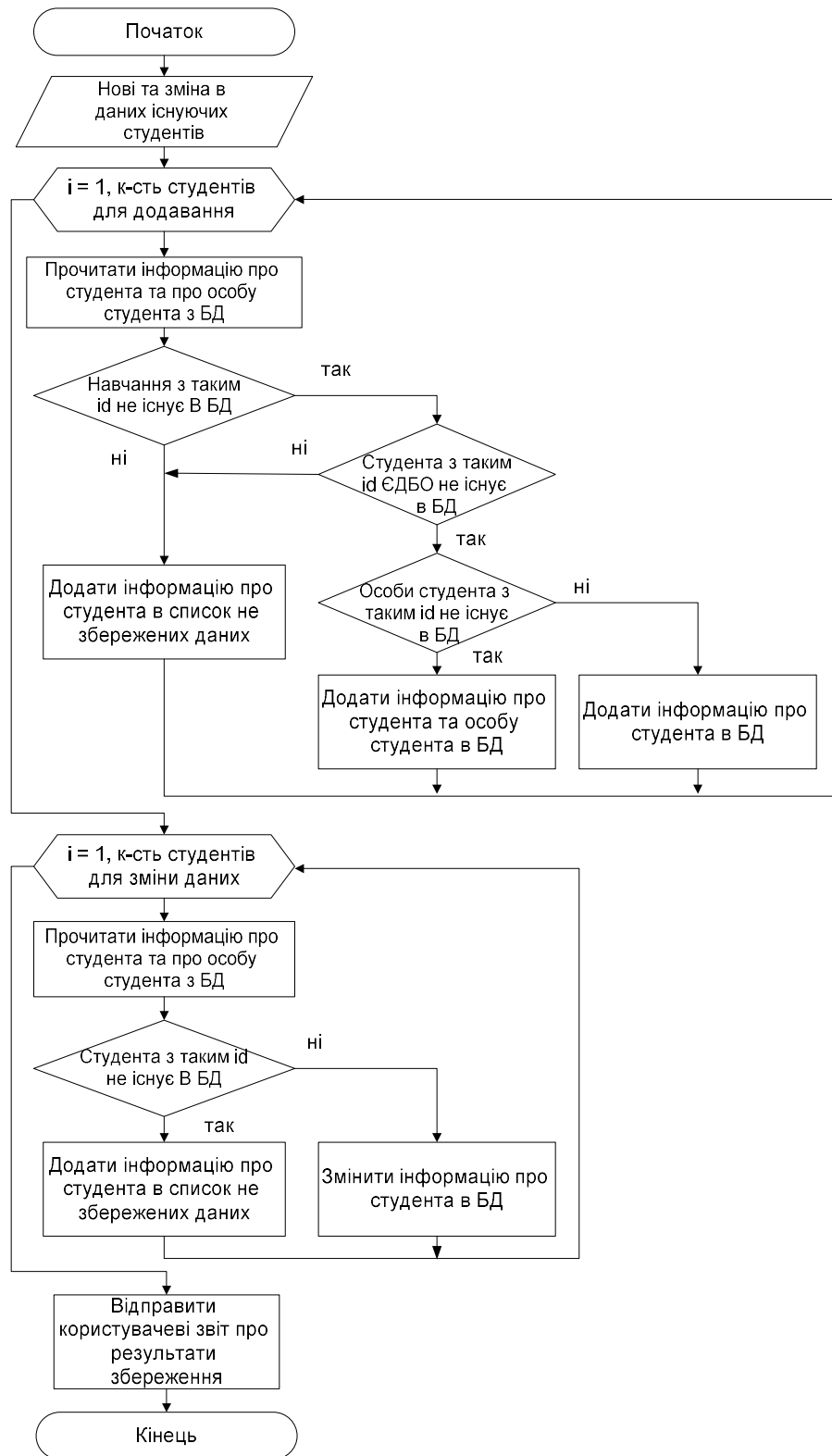


Рис. 4.18. Алгоритм імпорту даних про студентів з ЄДЕБО

Алгоритм імпорту складається з двох етапів. Перший – це читання даних з csv-файлу та розподілення даних про студентів за п'ятьма списками – 1) повне співпадіння даних в ЄДЕБО та БД ІАСПОД; 2) часткове співпадіння; 3) інформація про студентів є в ЄДЕБО, але немає в БД ІАСПОД; 4) інформація

про студентів в csv-файлі є некоректною (наприклад, його освітня програма відсутня в БД ІАСПОД); 5) інформація про студентів є в БД ІАСПОД, але немає в ЄДЕБО. Останній список потрібен для контрольних функцій – він не тільки дає можливість виявляти помилки при імпорті, але і виявляти інші недоліки даних в БД ІАСПОД.

Другий етап – це вибір користувачем даних для імпорту та порівняльний аналіз даних БД та ЄДЕБО. Зі списків 2 та 3 користувач повинен вибрати, які дані перенести з ЄДЕБО до БД. При цьому потрібно бути свідомими того, що в ЄДЕБО теж можуть бути помилки, тому робота з цією функцією потребує від користувача уважності – не потрібно вносити всі дані, які пропонуються, потрібно проаналізувати причини потрапляння даних до некоректних, наприклад, або наявності даних в п'ятому списку і виправити можливі помилки чи то в ЄДЕБО, чи в БД. Після вибору даних для імпорту вони вносяться в БД ІАСПОД.

4.3.2. Технологія цифровізації управління університетом

Проєкт цифровізації управління університетом направлений на створення інформаційної технології електронного документообігу та контролю виконання завдань.

Електронний документообіг – це життєвий цикл електронних документів в організації, починаючи від їх отримання (створення, введення, електронна пошта і т.п.), до проходження в підрозділах зі зміною стану (доведений до відома, узгоджений, підписаний, в роботі, закритий і т.п.) і закінчуючи списанням в архів. Система електронного документообігу (СЕД) – це програмне забезпечення, головними завданнями якого є організація і підтримка життєвого циклу електронних документів.

Розроблений модуль цифровізації управління університетом є простою та ефективною системою електронного документообігу, розробленою на платформі Linux, СУБД PostgreSQL, призначеною для створення електронного

архіву документів, організації корпоративного документообігу (workflow) і автоматизації бізнес-процесів в ЗВО. Програма дозволяє вирішити велику кількість завдань, реалізація яких покладена на відповідні компоненти. Різні комбінації таких компонентів організовані в продукти. Система може бути легко перелаштована з урахуванням специфіки роботи кожного конкретного ЗВО.

В процесі створення модуля цифровізації управління університетом виникла потреба не тільки в упорядкуванні і автоматизації документообігу, але й управлінні всіма інформаційними потоками і що дуже важливо, контролю виконання доручень, які містяться в різноманітних документах, чи навіть довільній кореспонденції. Тому ця система охоплює більше функцій ніж звичайна система електронного документообігу. По суті це система управління інформацією організації.

Система створена на базі відкритих (безкоштовних) платформ: операційна система Linux, СУБД PostgreSQL. Має надзвичайно простий WEB інтерфейс (мова розробки JavaScript), до якого можна приєднатися через самі популярні браузері: Mozilla Firefox, Opera, Google Chrome. Має клієнтський інтерфейс, який створено на базі MS Access (мова розробки Visual Basic Access). Клієнтська версія використовується, в основному, для адміністрування системи. Для роботи з документами достатньо WEB версії.

Особливості та функції системи:

1. Робота з вхідними, внутрішніми та вихідними документами.
2. Автоматична реєстрація документів (порядок та правила реєстрації задає користувач).
3. Шифрування адрес та імен файлів документів (по бажанню користувача можна шифрувати будь яку інформацію, що є в системі).
4. Робота тільки з локальним кешем. При роботі клієнтів вся необхідна інформація переписується в його браузер. Тому навіть якщо буде відключено Інтернет клієнт може виконувати всю роботу. Інформація не пропаде. З'явиться Інтернет – натискається кнопка «До виконання», і інформація переписується на

сервер (в СУБД PostgreSQL).

5. Абсолютно всі дії клієнтів протоколюються. По протоколу видно: хто, що і коли робив з системою. Але протокол бачить лише адміністратор.

6. Автоматичний розподіл документів по категоріям: не виконані, виконані, закриті, створені, шаблони, анульовані.

7. Необмежена кількість користувачів.

8. Кожен користувач може призначати собі дублерів (керівники – секретарів). Які працюючи під своїм логіном обробляють документи керівника.

9. Доступ, лише, за персональним паролем, який навіть адміністратор не може розкрити.

10. Можна задати порядок розгляду документу, з поверненням, уточненням, перенаправленням і т.д.

11. Створення свої групи адресатів для швидкого перенаправлення документів.

12. Можна проконтролювати, як виконуються видані доручення.

13. Обробка як паперової, так і електронної кореспонденції (електронні листи автоматично завантажуються в систему і перенаправляються у вигляді документу системи по кореспондентам, яких вкаже користувач).

14. Всі документи постійно знаходяться на контролі системи. Контролюється хто, коли і що робив з документом (навіть якщо користувач тільки відкрив його для перегляду і нічого не робив з ним).

15. Функція діагностики бази даних системи (хто і що неправильно зробив).

16. Завжди можна отримати протокол по роботі з системою в розрізі керівників, відповідальних, кореспондентів на предмет: скільки документів видав чи отримав, скільки переглянув, скільки виконав і т.п.).

17. Є різні режими роботи з документами (ознайомився, перенаправив, виконав, анулював, повернув і т.п.). Адміністратор може розширити ці режими.

18. Створення та підтримка структури документів в архіві.

19. Підтримка і робота з архівом документів (в не залежності від

кореспонденції).

4.4. Інструменти інформатизації діяльності ЗВО

4.4.1. Технологія управління навчальним процесом

Задача проєкту створення технології управління навчальним процесом – розробити програмне забезпечення, яке наповнить шар технології управління інформацією, технології вирішення функціональних задач і технології забезпечення діяльності ЗВО для реалізації функцій рівня ректорату, функцій рівня навчально-методичного та функцій рівня деканату, описаних в підрозділі 3.3. Також, розроблено технологічні функції адміністрування, що допомагають відслідковувати та швидко виправляти помилки користувачів, підтримуючи дані в цілісному вигляді. Розроблене в рамках проєкту програмне забезпечення формує функціональні інформаційно-аналітичні модулі електронного деканату та навчально-методичного відділу [72].

Розроблене програмне забезпечення являє собою веб-програму та складається з серверної та клієнтської частин. Серверна частина розроблена на базі Java технологій з використанням Spring Framework. Клієнтська частина розроблена з використанням мови програмування TypeScript та фреймворка Angular. Серверна та клієнтська частини взаємодіють між собою через REST API за протоколом HTTP.

В роботі використовувалась велика кількість технологій, як чисто технічних, так і управлінських. Перелік та структура технологій, що використовуються в проєкті, вказані в таблиці 4.12; технології, що вказані в стовпчиках без заголовків, стосуються одночасно стовпчика зліва і стовпчика справа [71], [72], [74], [113], [115].

Насправді, не все, що вказано в таблиці є технологіями – тут зібрані також принципи, поняття тощо. Деякі з них достатньо прості, їх можна засвоїти та почати використовувати протягом декількох годин; інші – великі та складні,

щоб оволодіти ними в достатній мірі потрібні місяці роботи з ними [71].

Велика увага в рамках проекту приділяється правильній побудові процесу розробки на основі Agile-методології Scrum. Scrum є найпоширенішою в сфері індустріального програмування методологією розробки програмного забезпечення. Основами побудови Scrum є емпіричний підхід та "тонке" мислення. Scrum пропагує використання ітеративного, поступового підходу для оптимізації передбачуваності та контролю ризику; залучення груп людей, які в сукупності володіють усіма навичками та досвідом, щоб виконувати роботу та обмінюватися або набувати таких навичок за необхідності. Також, методологія встановлює емпіричні основи: прозорість, перевірку та адаптацію та п'ять цінностей в рамках методології: відданість, цілеспрямованість, відкритість, повага та сміливість [30], [31], [35], [39], [121].

Таблиця 4.12

Перелік та структура технологій, що використовуються в проєкті створення технології управління навчальним процесом [124]

База даних		Бекенд		Фронтенд	Репозиторій		Процес розробки
Postgresql	Flyway	Java	OOP	HTML	Git	Github	Agile
DB Trigger	Spring	Spring Fmwork	AJAX	CSS			SCRUM
	JPA	MVC	REST	Bootstrap			User story
	Hibernate	Gradle	Unit test	JavaScript			Issue
		Docx4j	CORS	NodeJS			Pull
		DTO	JSON	TypeScript			request
		Lombok	cmd	Angular			Slack
		SpringBoot	CI/CD	Swimlane			
		SpringSecurity					
		Jetty					
		Swagger					

Важливими складовими Scrum є технічні складові побудови процесу розробки, які встановлюють склад команди розробників та опис ролей в

команді, події в рамках ітерації та артефакти розробки.

Розробка в рамках проєкту управління навчальним процесом поділена на ітерації (спринти), кожен з яких триває 3-4 тижні. Вимоги формуються на основі використання методології «User Story». Кожна User story являє собою частину роботи, що може бути виконана впродовж не більше, ніж однієї ітерації та має певну цінність для користувача. На початку кожного спринта команда розробників проводить Planning meeting, де визначаються та обираються User story, що реалізовуватимуться в даному спринті. Впродовж спринта розробники тісно спілкуються між собою. В кінці кожного спринта проводиться "демо" – презентація зробленого в рамках спринта, на якому є присутніми потенційні користувачі системи. В рамках демо проводиться дискусія розробників з користувачами стосовно того, як зробити систему краще [71]. Приклад Kanban-дошки проєкту з задачами зображено на рис. 4.19.

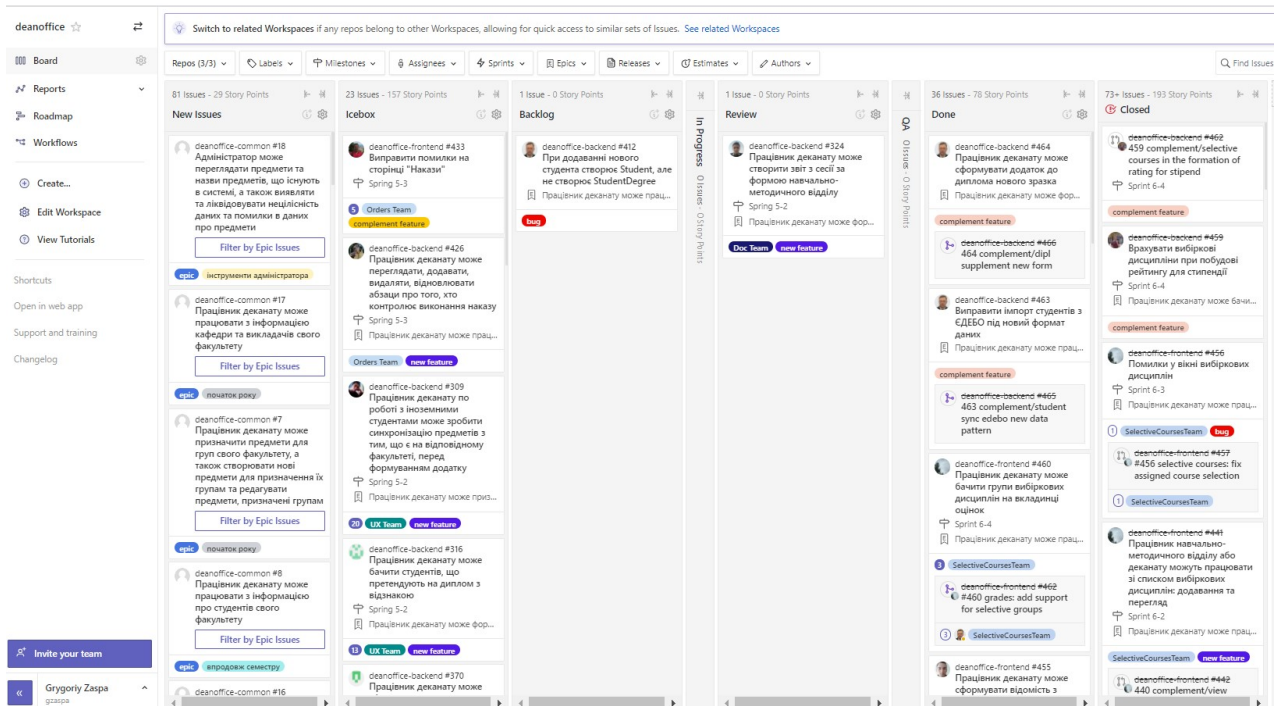


Рис. 4.19. Приклад задач проєкту управління навчальним процесом, організованих за допомогою Kanban-дошки

Приклад опису задачі у вигляді користувацької історії відображено на рис. 4.20.

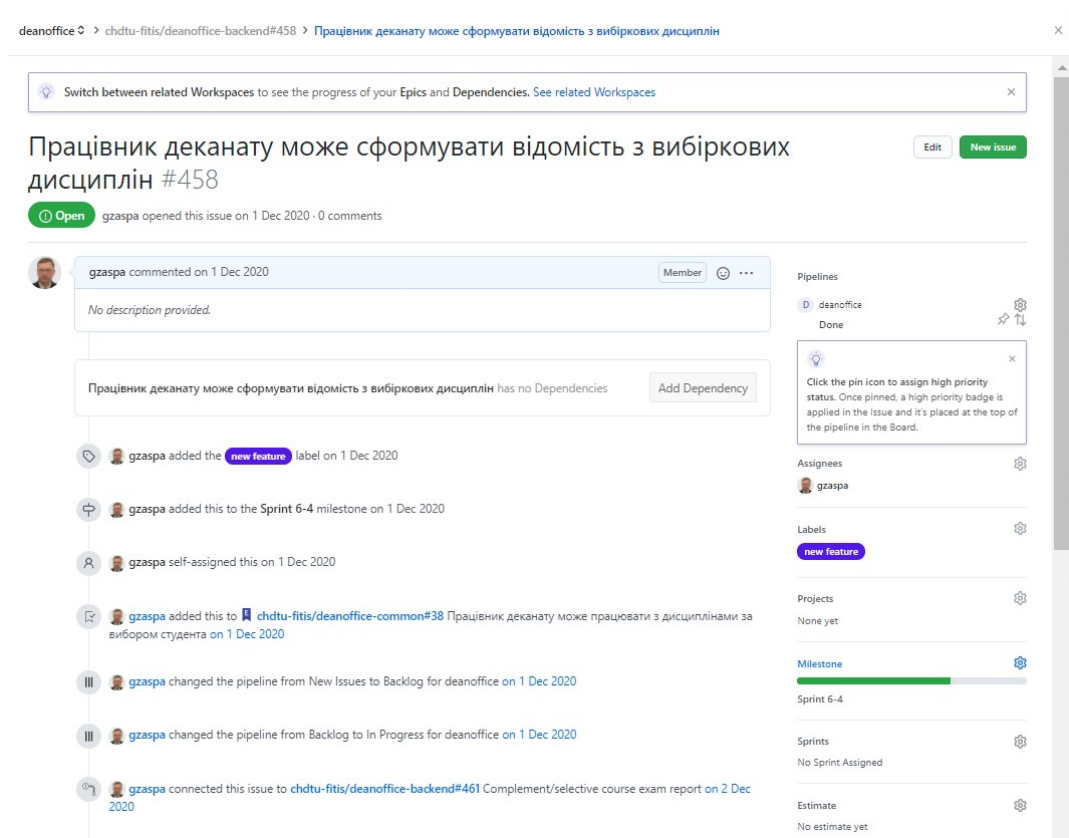


Рис. 4.20. Приклад опису задачі проєкту у вигляді UserStory

До основних функціональних можливостей розробленої системи відносяться: збирання і накопичення первинних особових даних про здобувачів вищої освіти; формування даних про спеціальності та освітні програми; формування даних про академічні групи; формування особових (навчальних) карток студентів; формування документів, пов'язаних з освітнім процесом (залікові та екзаменаційні відомості, академічні довідки тощо); формування звітних та зведених документів (семестрові, річні та загальні зведені відомості про успішність, додатки до дипломів, виписки в особові справи); архівування даних про випускників ЗВО; підготовка аналітичних даних стосовно успішності студентів; формування стипендіального рейтингу студентів. На рис. 4.21 представлено структурну схему функціонального інформаційно-аналітичного модуля електронного деканату, а на рис. 4.22 представлено структурну схему функціонального інформаційно-аналітичного модуля навчально-методичного відділу.

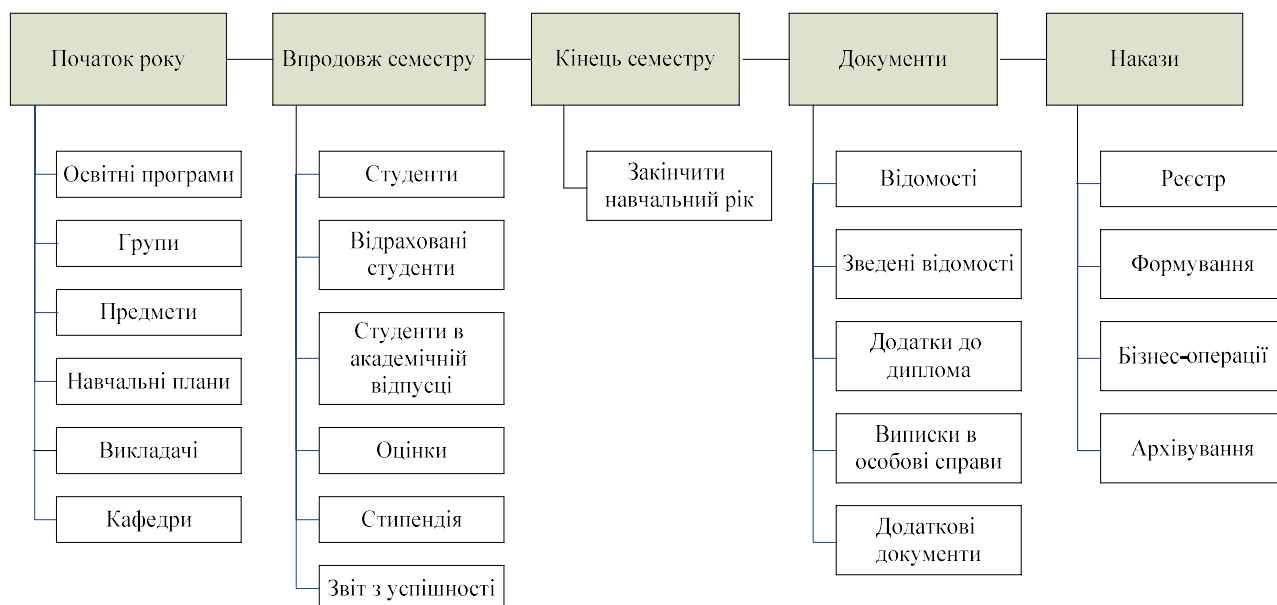


Рис. 4.21. Структурна схема функціонального інформаційно-аналітичного модуля електронного деканату

Структурна схема модуля електронного деканату відображається в інтерфейсі програми, що складається з п'яти основних меню, які логічно відображають п'ять базових структурних підмодулів: "Початок року", "Впродовж семестру", "Кінець семестру", "Документи" та "Накази". Кожен розділ має пункти, які відображають в цілому майже увесь організаційний процес діяльності деканату факультету.

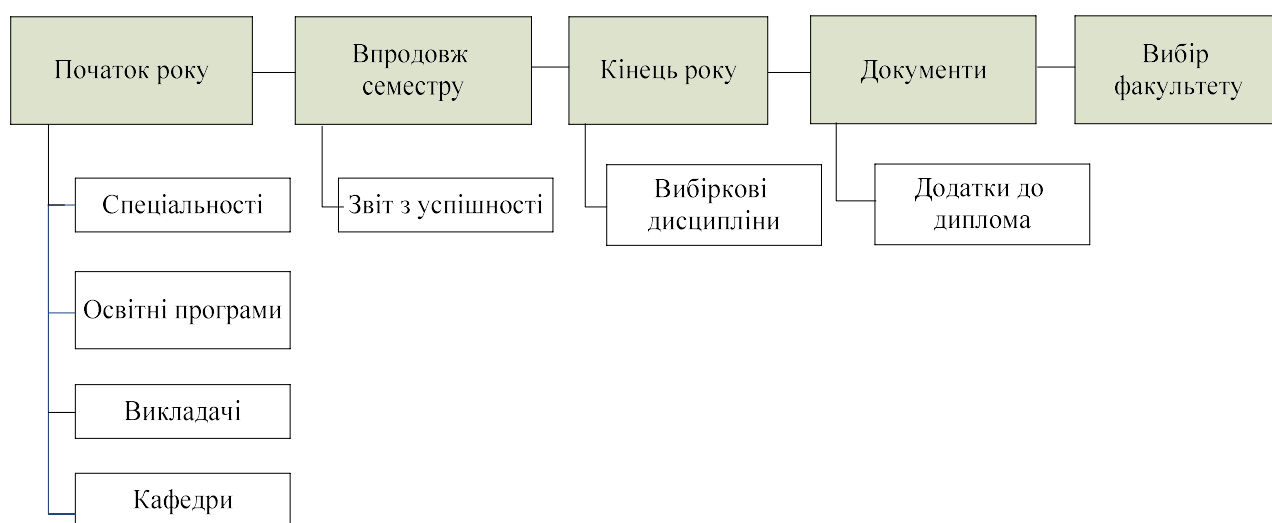


Рис. 4.22. Структурна схема функціонального інформаційно-аналітичного модуля навчально-методичного відділу

Структурна схема модуля навчально-методичного відділу відображається в інтерфейсі програми, що складається з п'яти основних меню, які логічно відображають п'ять базових структурних підмодулів: "Початок року", "Впродовж семестру", "Кінець року", "Документи" та "Вибір факультету". Кожен розділ має пункти, які відображають в частину організаційного процесу діяльності навчально-методичного відділу.

В рамках технології управління інформацією розроблено компоненти, відображені в таблиці 4.13.

Таблиця 4.13

Компоненти технології управління інформацією

Функція компонента	Ким може використовуватись
Додавання, редагування, видалення інформації про освітні програми	Навчально-методичний відділ, Деканат
Додавання, редагування, видалення інформації про викладачів	Навчально-методичний відділ, Деканат
Додавання, редагування, видалення інформації про кафедри	Навчально-методичний відділ, Деканат
Реєстрація студентів на вибіркові дисципліни	Навчально-методичний відділ, Студент
Додавання тем випускних робіт студентів	Деканат, Кафедра
Формування додатку до диплома	Навчально-методичний відділ, Деканат
Додавання, редагування, видалення програмних результатів навчання	Навчально-методичний відділ, Кафедра
Читання інформації про спеціальності, освітні програми, академічні групи, викладачів, кафедри, вибіркові дисципліни	Всі користувачі
Додавання, редагування, видалення інформації про навчальні плани	Деканат, Кафедра

При розробці вищезазначених компонентів використовувався метод управління інформацією для розподілу процедур між шаром технології управління інформацією та шаром технології вирішення функціональних задач (алгоритм зображено на рис. 4.23). При цьому деякі процедури функціональних

компонентів, зазначених в таблицях 4.14-4.15, були переміщені в шар технології управління інформацією.

В рамках технології вирішення функціональних задач розроблено компоненти, що використовуються працівниками деканатів (таблиця 4.14).

Таблиця 4.14

Компоненти вирішення функціональних задач для деканатів

Функція компонента	Модуль
Додавання, редагування, видалення інформації про академічні групи	Академічна група
Додавання та редагування інформації про студентів	Студент
Відрахування та поновлення студентів	Студент
Направлення студентів в академвідпустку та виведення їх з академвідпустки	Студент
Переведення студентів на іншу спеціальність	Студент
Призначення студентам академічної групи	Студент
Призначення студентам номерів заліковок	Студент
Перегляд, додавання, редагування, видалення інформації семестрові оцінки	Оцінки
Формування Аркуша успішності студента	Оцінки
Відрахування студентів та розформування груп при закінченні студентами навчання	Закінчення навчального року
Формування академдовідки	Студент
Формування виписки з залікової книжки	
Формування заліково-екзаменаційних відомостей	Документи
Формування заліково-екзаменаційних зведених відомостей	Документи
Формування відомостей випускників перед захистом	Документи
Формування виписок в особові справи студентів	Документи
Формування індивідуальних начальних планів студентів	Документи
Формування неформальних документів	Документи
Формування відомостей про результати екзаменаційної сесії	Документи
Формування стипендіального рейтингу студентів	Стипендія

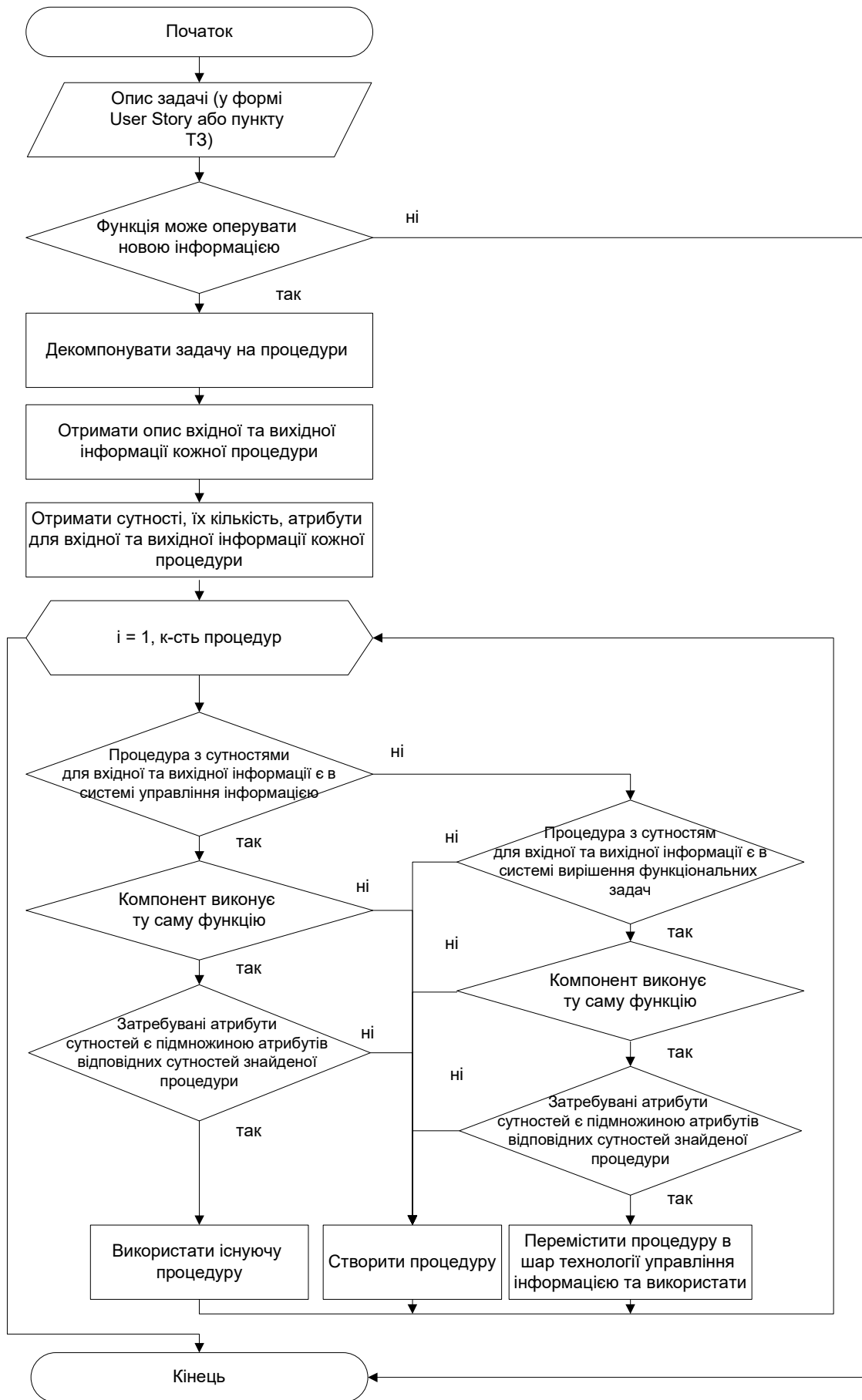


Рис. 4.23. Алгоритм управління інформацією

В рамках технології вирішення функціональних задач також розроблено компоненти, що використовуються працівниками навчально-методичного відділу (таблиця 4.15).

Таблиця 4.15

Компоненти вирішення функціональних задач в навчально-методичному відділі

Функція компонента	Модуль
Формування списку вибірових дисциплін	Вибіркові дисципліни
Формування списку кваліфікацій для освітніх програм	Освітні програми
Додавання та редагування гарантів освітніх програм	Освітні програми

Розроблене програмне забезпечення, що реалізує метод управління інформацією, являє собою веб-програму та складається з серверної та клієнтської частин. Серверна частина розроблена на базі Java технологій з використанням Spring Framework. Клієнтська частина розроблена з використанням мови програмування JavaScript (з використанням можливостей, що з'явилися в стандарті ES6). Серверна та клієнтська частини взаємодіють між собою через REST API за протоколом HTTP. Структура бази даних модуля метода управління інформацією зображена на рис.4.24.

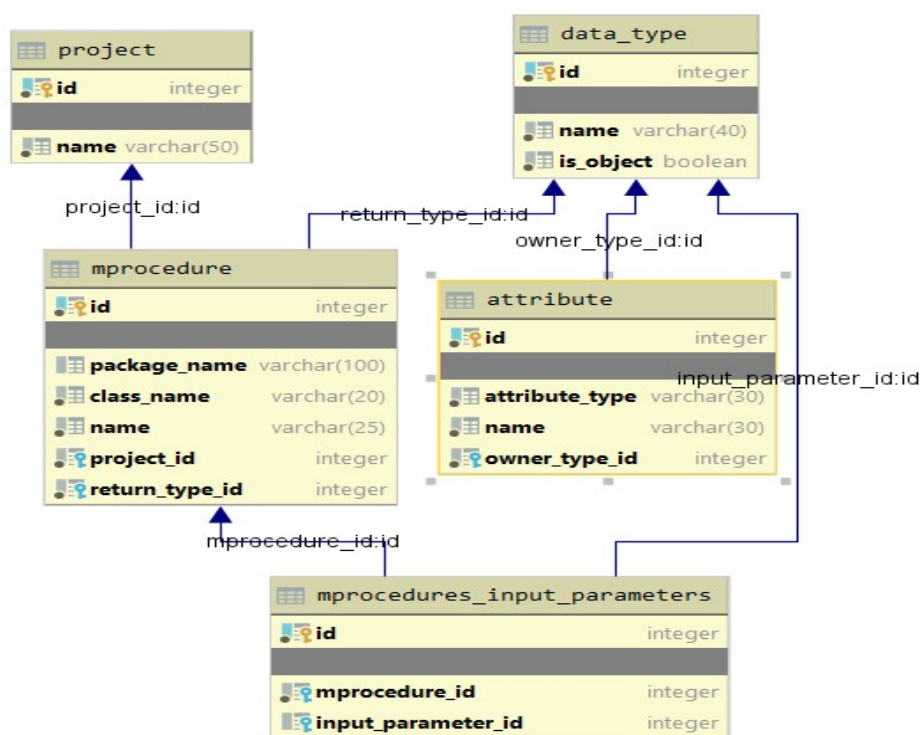


Рис. 4.24. Структура бази даних модуля метода управління інформацією

4.4.2. Проєкт створення мобільного додатку «Студент ЗВО»

Задача даного проєкту – розробити модуль ІАСПОД, який доповнить шар інформаційної функціональної бази та наповнить шар технології управління інформацією та технології вирішення функціональних задач для реалізації функцій рівня студента, описаних в підрозділі 3.3. Програмне забезпечення розроблено у вигляді мобільного додатку з серверною частиною [115].

Розроблене програмне забезпечення являє собою клієнт-серверну програму та складається з таких частин – серверної, клієнта для ОС Android та клієнта для ОС iOS. Серверна частина розроблена на базі Java технологій з використанням Spring Framework. Клієнт для ОС Android розроблений на мові програмування Java, а клієнт для ОС iOS – на мові програмування Swift. Серверна та клієнтська частини взаємодіють між собою з через REST API за протоколом HTTP.

В рамках проєкту було доповнено функціональну інформаційну базу таблиці, які вказані в таблиці 4.16.

Таблиця 4.16

Таблиці бази даних функціональної інформаційної бази мобільного додатку "Студент ЗВО"

Назва таблиці	Опис
user	Користувачі інформаційної системи - студенти
application	Тексти заяв студентів
application_type	Види заяв студентів
teacher_estimation	Оцінка викладачів студентами
certificate_application	Замовлення довідок

При побудові програмних компонентів даного додатку низка процедур були переміщені з шару технології вирішення функціональних задач до шару

технології управління інформацією за допомогою метода управління інформацією (таблиця 4.17).

Таблиця 4.17

Процедури, переміщені в рамках виконання проєкту створення мобільного додатку "Студент ЗВО"

Опис процедури	Параметри	Значення, що повертається
Отримання списку вибірових дисциплін, вибраних студентами	intstudentId	List<SelectiveCourse>
Додавання вибірових дисциплін, вибраних студентами	intstudentDegreeId, List<SelectiveCourse>	void
Отримання списку семестрових оцінок студентів	intstudentId	List<Grade>
Отримання списку замовлених довідок з їх статусом	intstudentId	List<CertificateApplication>

4.5. Впровадження ІАСПОД в Черкаському державному технологічному університеті

До розробки та впровадження ІАСПОД в Черкаському державному технологічному університеті використовувались численні розрізнені інформаційні системи, що стосувались освітньої діяльності. Дані системи з одного боку, покривали невелику частину інформаційних потреб університету, а, з іншого боку, мали різні бази даних, іноді для програмного забезпечення схожого функціоналу, що приводило до багаторазового дублювання як інформації, так і програмних процедур [70].

Після реалізації проєкту аналізу та побудови моделей інформаційного простору ЗВО першим кроком впровадження ІАСПОД була реалізація проєкту міграції даних з декількох розрізнених баз даних. Міграція реалізована засобами мови програмування Java з використанням Object-Relational Mapping (ORM) системи Hibernate (програма показана на рис. 4.25) – програмне забезпечення було підлаштоване під бази даних попередніх версій інформаційних систем та технології їх ведення, зокрема, систему керування базами даних Firebird 1.5. Результати міграції відображено таблиці 4.18. Деяку інформацію не вдалося повністю відобразити в нові структури за рахунок неповноти вхідної інформації, що зумовлено невідповідністю баз даних в більш ранніх версіях інформаційних систем стану предметної галузі в момент міграції.

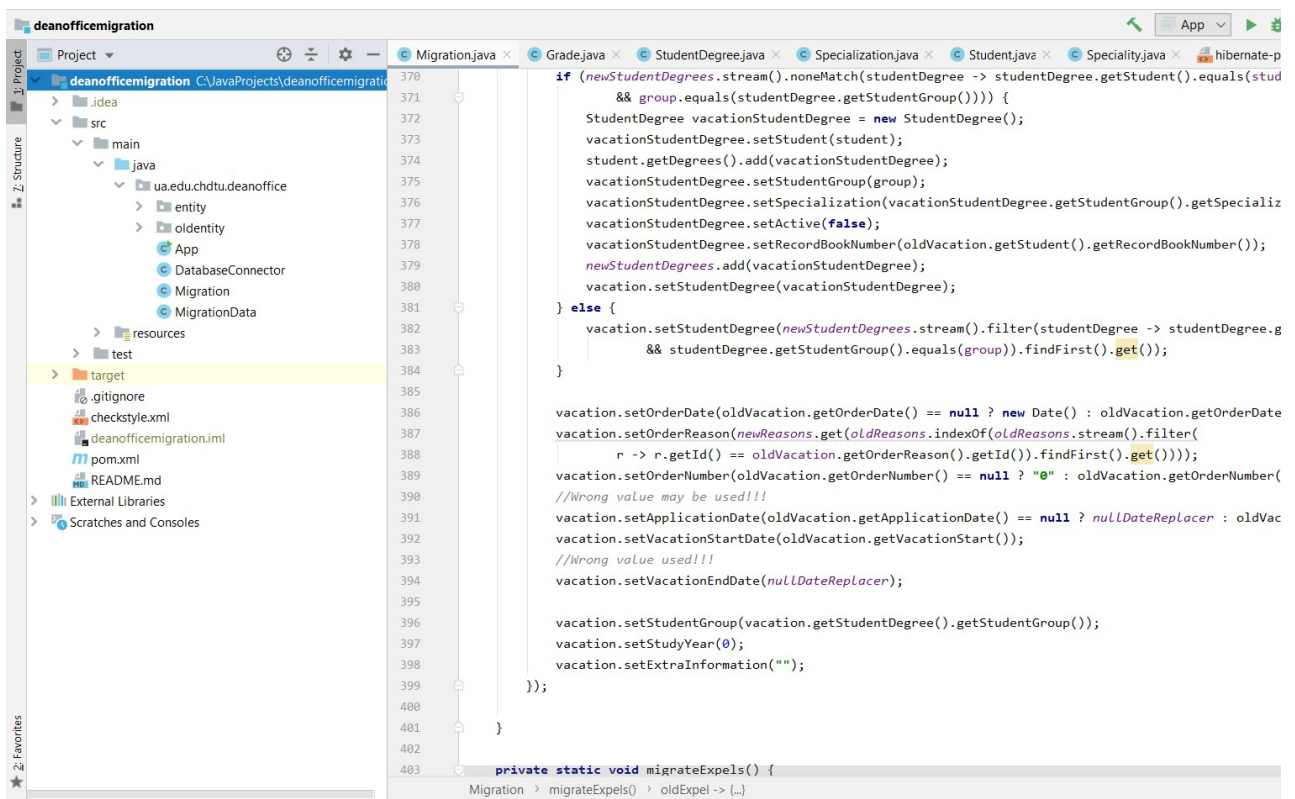


Рис. 4.25. Програмний проєкт створення технології міграції даних з баз даних розрізнених інформаційних систем в базу даних ІАСПОД в середовищі IDEA

В рамках проєкту синхронізації з ЄДЕБО, Проєкту цифровізації управління університетом, Проєкту управління навчальним процесом та

Проекту "Мобільний додаток "Студент ЗВО" було розроблено та впроваджено інформаційне та програмне забезпечення, яке в даний час використовується навчально-методичним відділом ЧДТУ, всіма деканатами, а також ректоратом, кафедрами, студентами ЧДТУ.

Таблиця 4.18

Результати міграції даних

Результат	Сутності	Атрибути
Інформація повністю перенесена	17	141
Інформація частково перенесена	11	73
Інформація коректно не перенесена	5	32

Використання ІАСПОД прописано в нормативних документах ЧДТУ, зокрема, "Положенні про порядок замовлення, виготовлення, видачі та обліку документів про вищу освіту", "Положенні про порядок формування індивідуального навчального плану здобувача вищої освіти Черкаського державного технологічного університету".

Бази даних та серверна частина ІАСПОД розміщені на єдиному сервері ЧДТУ. Числові характеристики, що стосуються сутностей, інформація про які є в базі даних, дано в таблиці 4.19.

Таблиця 4.19

Числові характеристики БД ІАСПОД

Сутність	Кількість
Факультетів	8
Спеціальностей	111
Освітніх програм	260
Навчальних планів	1876
Предметів в навчальних планах	23651
Чинних студентів	3414
Відрахованих студентів	13926
Оцінок	675646
Викладачів	782

Використання ІАСПОД прописано в нормативних документах ЧДТУ, зокрема, "Положенні про порядок замовлення, виготовлення, видачі та обліку документів про вищу освіту", "Положенні про порядок формування індивідуального навчального плану здобувача вищої освіти Черкаського державного технологічного університету".

Висновки до розділу 4

1. Представлено практичну реалізацію запропонованих і роботі моделей і методів в інформаційно-аналітичній системі підтримки освітньої діяльності університету (ІАСПОДУ). Запропоновано цифрову трансформацію ЗВО виконувати в рамках проєктного підходу. Для цього визначено програму створення цифрового університету, яка включає наступні портфелі проєктів: аналізу інформаційної інфраструктури та побудови моделі інформаційного простору ЗВО; створення платформи цифрового простору; цифровізації інформаційного простору; інформатизації діяльності. Виділено ролі осіб, що задіяні в програмі створення цифрового університету.

2. Проведено аналіз наповнення інформаційного простору ЗВО з метою визначення документів, які належить розмістити в цифровому середовищі ІАСПОД. Визначено множини таких документів в розрізі: формальних документів, які відображаються в інформаційній базі ІАСПОД; наказів, що стосуються освітньої діяльності; неформальних документів, що використовуються в освітньому процесі. Як приклад формування цифрового середовища запропоновано модель наповнення ІАСПОД даними для формування додатку до диплома.

3. Розроблено інформаційну платформу технології цифрової трансформації ЗВО, яка включає: технологію міграції інформації з розрізнених баз даних; базу даних системи статистичної обробки результатів контролю навчальних досягнень студентів.

4. В рамках технології міграції інформації з розрізнених баз даних запропоновано алгоритм міграції даних з розрізнених баз даних інформаційних систем в базу даних ІАСПОД. Показано, що результуюча база даних нормативно-довідкової інформації включає 20 таблиць. Її основними складовими є: група таблиць освітньої програми, група таблиць студентів, група таблиць предметів та група таблиць з інформацією про викладачів.

5. Описано розроблену в дисертаційній роботі базу даних системи статистичної обробки результатів контролю навчальних досягнень студентів. Наведено структуру групи таблиць функціональної інформаційної бази даних, які відносяться до: навчання студентів, навчальних планів, семестрових оцінок. Наведено зв'язки між основними таблицями, що стосуються оцінок студентів в базі даних Moodle та наведено їх структуру.

6. Запропоновано до технології цифровізації інформаційного простору включити технологію синхронізації з ЄДЕБО та технологію цифровізації управління університетом. В рамках цих технологій розроблено алгоритм розподілу даних про студентів з ЄДЕБО на категорії та алгоритм імпорту даних про студентів з ЄДЕБО, а також структур системи електронного документообігу, яка виконуватиме функції управління інформацією ЗВО.

7. Розроблено інструменти технології управління навчальним процесом. Наведено перелік та структуру засобів, що використовуються в проєкті створення технології управління навчальним процесом. Запропоновано в якості методологічної основи розробки технології використати методології Scrum та Kanban. Наведено приклад задач проєкту управління навчальним процесом, організованих за допомогою Kanban-дошки.

8. Запропоновано схеми функціонального інформаційно-аналітичного модуля електронного деканату, структурну схему функціонального інформаційно-аналітичного модуля навчально-методичного відділу, компоненти технології управління інформацією, компоненти вирішення функціональних задач для деканатів, алгоритм управління інформацією.

9. Описано проєкт створення мобільного додатку «Студент ЗВО». В рамках цього проєкту відібрані процедури, які передані в систему управління інформацією для використання в багатьох модулях.

10. Наведено результати впровадження ІАСПОД в Черкаському державному технологічному університеті.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі розв'язана важлива науково-прикладна задача розробки методів і моделей цифровізації закладів вищої освіти на основі об'єднання всіх функцій, процедур та інформаційних баз в єдину концентричну інформаційну технологію цифрової трансформації освітньої діяльності ЗВО.

У процесі досліджень було отримано такі наукові та практичні результати.

1. Проведено аналіз інформаційних технологій реалізації і управління освітньою діяльністю ЗВО. Показано, що такі технології концентруються на вирішенні функціональних задач, а не на створенні єдиного цифрового простору закладу вищої освіти. Запропоновано інтегрувати системний, процесний і проєктний підходи для побудови цифрового простору ЗВО, що дозволить системно підійти до вирішення як функціональних задач закладів вищої освіти, так і підвищити ефективність і якість інформаційного забезпечення діяльності ЗВО.

2. Запропоновано нову концепцію побудови концентричної моделі інформаційної технології цифрової трансформації закладів вищої освіти. Дано визначення інформаційного середовища, цифрового об'єкту, класу цифрового об'єкту, атрибута цифрового об'єкту, наповнення параметрів цифрового об'єкту. Класифіковано технологічні системи функціонального компоненту цифрового простору ЗВО, зокрема, виокремлено: нормативно-довідкову інформацію, функціональні інформаційні бази, технологію управління інформацією ЗВО, технологію вирішення функціональних задач закладів вищої освіти, технологію забезпечення діяльності ЗВО. Для реалізації системного підходу до створення цифрового простору ЗВО запропоновані принципи створення концентричної інформаційної технології цифрової трансформації закладу вищої освіти.

3. Розроблено концентричну модель інформаційного середовища та інформаційної технології цифрової трансформації ЗВО. Виходячи з того, що

інформаційне середовище концентричної інформаційної технології включає інформацію функціональних задач і нормативну інформацію, виділено дві складові цього середовища: інформація, яка створена і використовується в функціональних задачах та для забезпечення діяльності ЗВО; інформація, яка створюється в технології управління інформацією, а використовується в функціональних задачах та для забезпечення діяльності ЗВО. В рамках концентричної моделі інформаційної технології цифрової трансформації ЗВО формалізовано взаємозв'язок процедур і об'єктів цифрового простору ЗВО.

4. Розроблено модель міжшарової взаємодії в концентричній інформаційній технології цифрової трансформації ЗВО. Це дало змогу перейти у взаємодії компонентів такої технології від принципу "кожна задача з кожною через інтеграцію баз даних" до міжшарової взаємодії, в якій беруть участь тільки пов'язані між собою компоненти. Виділено взаємодії: між інструментами інформаційної технології забезпечення діяльності ЗВО та інструментами інформаційної технології вирішення функціональних задач; між інструментами технології вирішення функціональних задач ЗВО та інструментами технології управління інформацією.

5. Запропоновано метод формування інформаційної технології вирішення функціональних задач закладів вищої освіти. Показано, що оптимальне рішення повинне забезпечити мінімізацію витрат на створення такої технології та максимізацію вигод від її використання. Тому в основі методу підбір функціональних задач, які мають найвищу ефективність в освітньому процесі ЗВО і на створення яких необхідні найменші ресурси. Використовуючи розроблений метод, сформовано інформаційну технологію вирішення функціональних задач закладів вищої освіти. Наведено функціональні задачі, які повинні бути вирішені в процесі цифрової трансформації закладу вищої освіти. Виконано класифікацію цих задач за напрямками цифрової трансформації.

6. Запропоновано метод управління інформацією в цифровому просторі закладів вищої освіти, який дозволяє виділити процедури, які належать різним

функціям різних функціональних задач. Це дозволило сформувати єдину систему підготовки інформації для функціональних модулів вирішення різних задач, що в свою чергу дозволяє зменшити витрати на цифрову трансформацію ЗВО. Сформовано технологію управління інформацією в цифровому просторі закладів вищої освіти, яка включає функції і процедури: добазової обробки інформації, обробки та зберігання вхідної, вихідної та внутрішньої кореспонденції, формалізації текстової інформації та ін.

7. Створено та перевірено на практиці інструменти концентричної інформаційної технології цифрової трансформації закладів вищої освіти. Запропоновано структури баз даних, алгоритми програмних засобів, схеми реалізації процедур управління обробкою та обробки інформації і наведено приклади практичної реалізації концентричної інформаційної технології цифрової трансформації ЗВО. Робота впроваджена в Черкаському державному технологічному університеті та використовується в навчальному процесі названого університету.

Робота збагачує методологію створення прогресивних інформаційних технологій новими науковими положеннями, поняттями, теоретико-методичними побудовами, моделями і методами. Наукові положення, висновки, пропозиції і рекомендації дисертаційної роботи можуть бути використані для практичної організації освітньої діяльності в закладах вищої освіти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Angular. URL: <https://angular.io> (дата звернення: 20.12.2020).
2. Annacone A. The 4 Types of Digital Transformation. URL: <https://www.linkedin.com/pulse/4-types-digital-transformation-andrew-annacone> (дата звернення: 15.12.2020).
3. API Documentation & Design Tools for Teams | Swagger. URL: <https://swagger.io> (дата звернення: 22.12.2020).
4. Gilch H., Beise A., Krempkow R., Müller M., Stratmann F., Wannemacher K. Survey on the Status of Digitization at German HEI. URL: https://www.eunis.org/eunis2020/wp-content/uploads/sites/16/2020/05/12_Gilch-2020-06-10_Digitization_German-HE_HIS-HE.pdf(дата звернення: 29.09.20).
5. GitHub Actions to let developers do CI/CD in GitHub. URL: <https://www.infoworld.com/article/3313115/ci-cd/github-actions-to-let-developers-do-cicd-in-github.html> (дата звернення: 17.05.19).
6. Github Documentation. URL: <https://docs.github.com/en> (дата звернення: 11.10.20).
7. Goodchild M., Egenhofer M., Fegeas R., Kottman C. Interoperating geographic information systems. Springer Science+Business Media, LLC, 1999. P.470. DOI 10.1007/978-1-4615-5189-8.
8. Goodhue D., Wybo M., Kirsch L.J. The Impact of Data Integration on the Costs and Benefits of Information Systems. MIS Quarterly. 1992. P. 16, No 3. P. 293-311. DOI:10.2307/249530.
9. Gradle Build Tool. URL: <https://gradle.org> (дата звернення: 11.11.20).
10. Documentation - 5.0 - Hibernate ORM. URL: <https://hibernate.org/orm/documentation/5.0> (дата звернення: 29.10.20).
11. Eardley A., Shah H., Radman A. A model for improving the role of IT in BPR. *Business Process Management Journal*. 2008. Vol. 14, No 5. P. 629-653.
12. Eclipse Jetty | The Eclipse Foundation. URL: <https://www.eclipse.org/jetty>(дата звернення: 12.08.20).

13. Elhoseny M., Metawa N., Hassanien A. E. An automated information system to ensure quality in higher education institutions. *12th International Computer Engineering Conference (ICENCO)*, Cairo, 28-29 Dec. 2016. Cairo, 2016. P. 196-201. DOI: 10.1109/ICENCO.2016.7856468.
14. Hryhoriy Zaspа, Olena Danchenko. Cooperation with IT Companies at Cherkasy State Technological University. *Innovation in Education for Electrical and Information Engineering: 20th EAEEIE Annual Conference (Valencia, Spain, June 22-24,2009)*.Valencia, 2009.
15. Java Platform, Standard Edition 8 API Specification. URL: <https://docs.oracle.com/javase/8/docs/api/overview-summary.html>(дата звернення:01.10.20).
16. JUnit 5. URL: <https://junit.org/junit5>. (дата звернення:04.12.20).
17. Kaminskyi O., Yereshko Y., Kyrychenko S. Digital transformation of university education in Ukraine: trajectories of development in the conditions of new technological and economic order. *Information Technologies and Learning Tools*. 2018, Vol. 64, No 2. P.128-137.
18. Kähkipuro P. IT Strategy in the Era of Digital Transformation: Case Higher Education. URL: <https://az659834.vo.msecnd.net/eventsairwesteuprod/production-ntnu-public/a53a5b89b4714589ae3380568a8a52a1> (дата звернення: 13.11.20).
19. Kerroum K., Khiat A., Bahnasse A., Es-Saadia, Yousafkhiat A. The proposal of an agile model for the digital transformation of the University Hassan II of Casablanca 4.0. *Procedia Computer Science*. 2020. Vol. 175. P. 403-410. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.07.057>.
20. Menendez F.A., Maz-Machado A., Lopez-Esteban C.. University Strategy and Digital Transformation in Higher Education Institutions. A Documentary Analysis. *International Journal of Advanced Research*. 2016. Vol. 4, No. 10. P. 2284-2296.
21. Microservices Patterns. URL: <https://microservices.io> (дата звернення: 19.02.2019).

22. Mora H. L. Sánchez P. P. Digital Transformation in Higher Education Institutions with Business Process Management. *Robotic Process Automation mediation model: 15th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, Sevilla, Spain, 2020. P. 1–6. DOI: 10.23919/CISTI49556.2020.9140851
23. Nadkarni S., Prügl R. Digital transformation: a review, synthesis and opportunities for future research. *Management Review Quarterly*. 2020. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11301-020-00185-7>. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11301-020-00185-7>.
24. Navitas Ventures. Digital Transformation in Higher Education. 2017. URL: https://www.navitasventures.com/wp-content/uploads/2017/08/HE-Digital-Transformation-_Navitas_Ventures_-EN.pdf (дата звернення: 07.11.20).
25. Node.js. URL: <https://nodejs.org/en> (дата звернення: 12.12.20).
26. Mohamed N., Mahadi B., Miskon S., Haghshenas H., Adnan H.M. Information System Integration: A Review of Literature and a Case Analysis. *Mathematics and Computers in Contemporary Science*. 2013. P.68-77. URL: https://www.researchgate.net/publication/260986605_Information_System_Integration_A_Review_of_Literature_and_a_Case_Analysis.
27. PostgreSQL: The world's most advanced open source database. URL: <https://www.postgresql.org> (дата звернення: 19.12.2020).
28. Principles Behind the Agile Manifesto. URL: <https://www.agilealliance.org/agile101/12-principles-behind-the-agile-manifesto>(дата звернення: 09.12.2019).
29. REST API Tutorial. URL: <https://restfulapi.net>(дата звернення: 03.11.2019).
30. Scrum Alliance. URL: <https://resources.scrumalliance.org>(дата звернення: 16.06.2020).
31. Scrum Guides. URL: <https://scrumguides.org>(дата звернення: 15.06.2020).
32. Šereš L., Pavličević V., Tumbas P. Digital Transformation of Higher Education: Competing on Analytics. *12th International Technology, Education and Development Conference (INTED 2018)*. Valencia, Spain, 5-7 March, 2018. Valencia, 2018. P. 9491-9497. DOI: 10.21125/inted.2018.2348.

33. Spear E. Digital Transformation in Higher Education: Trends, Tips, Examples & More. URL: <https://precisioncampus.com/blog/digital-transformation-higher-education> (дата звернення: 10.07.2020).
34. Spring | Home. <https://spring.io> (дата звернення: 20.12.2020).
35. Sutherland J. Scrum The Art of Doing Twice the Work in Half the Time. New York: Random House, 2015.256 p.
36. Teslia I., Yehorchenkova N., Khlevna I., Kataieva Y., Latysheva T., Yehorchenkov O., Khlevnyi A., Veretelnik V. Development of systemotechnical concept of digitalization of higher education institutions. *Eastern European Journal of Enterprise Technologies*.2020. 6/2 (108). P. 6 – 21.
37. Teslia Iu., Yehorchenkova N., Yehorchenkov O., Kataieva Ye., Zaspа H., KhlevnaIu. Development of principles and method of electronic project management *Easter-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. 5/3(89).P. 23-29.
38. The 2018 digital university. Staying relevant in the digital age. URL: <https://www.pwc.co.uk/assets/pdf/the-2018-digital-university-staying-relevant-in-the-digital-age.pdf>(дата звернення: 01.11.20).
39. The Scrum Guide. URL: <https://www.scrum.org/resources/scrum-guide> (дата звернення: 15.06.2020).
40. Tryus Y., Antipova N., Zhuravel K., Zaspа G. Information technology of stock indexes forecasting on the base of fuzzy neural networks. *Applied Computer Science*. 2017. Vol. 13, No 1. P. 29-40.
41. Tryus Yu., Stetsenko I., Herasymenko I. Information-analytical learning management system universities. *Information Technologies in Education*. 2016. № 29. P. 15-30.
42. Tymchenko A.A., Serkova L.E., Zaspа H.O. Using modeling in information system of Cherkasy State Technological University system design process. *Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут"*. 2007. №7. С.125-129.

43. TypeScript: The starting point for learning TypeScript. URL: <https://www.typescriptlang.org/docs>(дата звернення: 08.12.20).
44. Vial G. Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *The Journal of Strategic Information Systems*. 2019. Vol. 28, Issue 2. P. 118-144. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963868717302196?via%3Dihub#ab010>
45. What to Know When Planning System Integration. URL: <https://www.cleo.com/blog/system-integration>.
46. Yehorchenkova N., Kataieva Y., Yehorchenkov O., Zaspа G. The conception of project-oriented enterprise information resources system management technology creation. *Journal of Technology and Exploitation in Mechanical Engineering*. 2016. Vol. 2, Issue 1.P. 60–65.
47. Антоник М.С. Інформаційна технологія побудови автоматизованої системи управління навчальним процесом: дис. ... канд. техн. наук : 05.13.06 / Державний науково-дослідний інститут інформаційної інфраструктури. Львів, 2005. 180 с.
48. Беляєв Ю.І., Співаковський О.В., Щедролосьєв Д.Є. Інформаційно-аналітична система керування вищим навчальним закладом «Університет»: прикладний аспект. Херсон: Видавництво ХДУ, 2006. 132 с
49. Биков В. Ю. Сучасні завдання інформатизації освіти. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2010. No 1 (15). URL: http://ito.vspu.net/ENK/Inf_Syspilstvo/sam_rob/1Sam_rob_/%D0%A1_3/%D0%A1_3_2/%D0%A1%D1%83%D1%87%D0%B0%D1%81%D0%BD%D1%96_%D0%B7%D0%B0%D0%B2%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F_%D1%96%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%97_%D0%BE%D1%81%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%B8.pdf. (дата звернення: 21.11.20).
50. Биков В.Ю. Цифрова трансформація суспільства і розвиток комп'ютерно-технологічної платформи освіти і науки України. *Інформаційно-цифровий*

- освітній простір України: трансформаційні процеси і перспективи розвитку:* матеріали метод. семінару НАПН України, м.Київ, 4 квітня 2019 р. Київ, 2019. С.20-26.
51. Бугас Н.В., Коваленко О.О. Інформаційна система як умова ефективних управлінських рішень. *Ефективна економіка*. 2016. № 12. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5313>(дата звернення: 24.06.20).
52. Волкович В.Л., Волошин А.Ф. Методы и алгоритмы автоматизированного проектирования сложных систем управления. Киев: Ин-т кибернетики, 1984. 242 с.
53. Глушков В.М. Основы безбумажной информатики. Изд. 2-е, испр. Москва: Наука, 1987. 552 с.
54. Гриценко В.Г. Організаційно-педагогічні засади створення і впровадження web-орієнтованої інформаційно-аналітичної системи управління університетом: монографія. Черкаси: ЧНУ ім. Б. Хмельницького, 2016. 362 с.
55. Гриценко В.Г. Аналіз сучасного стану використання інформаційно-комунікаційних технологій в управлінні вищим навчальним закладом. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету ім. І.Огієнка. Серія Педагогічна*. Вип. 20: Управління якістю підготовки майбутнього вчителя фізико-технологічного профілю. С. 256-260.
56. Гриценко В. Г. Концепція розвитку інформаційного середовища університету. *Вісник Черкаського університету. Випуск 196. Серія: педагогічні науки*. 2011. Частина II. С. 34-37.
57. Гриценко В. Г. Критерії ефективності створення і впровадження інформаційно-аналітичної системи управління в освітній процес університету. *Інформаційні технології і засоби навчання (електронне видання)*. 2017. Т. 6. №5.
58. Гриценко В. Г. Створення сучасної інформаційно-аналітичної системи управління університетом. *Особистість в єдиному освітньому просторі:*

- збірник наук. тез III Міжнародного форуму. м. Запоріжжя, 26-29 квітня 2012 р. Запоріжжя, 2012. Т. 1. С. 393-395.
59. Гриценко В. Г. Шляхи інформатизації університетської освіти. *Вісник Черкаського університету. Випуск 211. Серія: педагогічні науки.* 2011. Частина II. С. 35-39.
60. Гриценко В.И., Бажан Л.И. Цифровая трансформация экономики. *Управляющие системы и машины.* 2017. № 6. С.3-16.
61. Гриценко В.Г., Подолян О.М.. Теоретичні основи проектування і створення інформаційно-аналітичних систем управління навчальним закладом. *Педагогіка вищої та середньої школи.* 2014. Вип. 40. С. 166-173.
62. Гриценко В.Г., Триус Ю.В., Стеценко І.В., Герасименко І.В. Інформаційно-аналітична система управління навчальним процесом ВНЗ. *ІКТ в освіті, дослідженнях та індустріальних додатках: інтеграція, гармонізація та трансфер знань: 2011 матеріали VII міжнар. наук.-практ. конф. м. Херсон, 4-7 травня 2011 р. Херсон, 2011. С. 117-119.*
63. Гужва В.М. Цифрова трансформація університетів. *Східна Європа: економіка, бізнес та управління.* 2019. 4 (21) . С. 597-604.
64. Данченко О.Б.. Практичні аспекти реінжинірингу бізнес-процесів. Київ: Університет економіки та права "КРОК". 2014. 238 с.
65. Данченко О.Б., Олейнікова Т.Ю., Заспа Г.О. Аналіз сучасних методів та засобів модульно-рейтингової системи навчання у вищому навчальному закладі. *Вісник Черкаського державного технологічного університету.* 2004. №2. С.157-159.
66. Добкин В.М. Системный анализ в управлении. Москва: Химия, 1984. 224 с.
67. Єгорченкова Н. Ю., Тесля Ю. М., Хлевна Ю. Л., Кичань О. М. Методологічні аспекти створення цифрового університету. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами.* 2020. № 1. С. 31–36. DOI: 10.20998/2413-3000.2020.1.4

68. Єдина державна електронна база з питань освіти (ЄДЕБО).URL: <https://info.edbo.gov.ua>.
69. Єлізаров Д. Підходи до інтеграції неоднорідних інформаційних ресурсів в розвинутих інформаційних системах. *Комп'ютерні технології друкарства*. 2011. №26. С.74-78.
70. Заспа Г.О. Автоматизована інформаційна система управління навчальним процесом Черкаського державного технологічного університету. *Сімнадцята наукова сесія Осередку Наукового товариства ім.Шевченка у Черкасах*: матеріали доп. на засіданні секцій і комісій 2006 р. (м.Черкаси, 14-24 березня 2006 р.). Черкаси, 2006. С.209-210.
71. Заспа Г.О. Розробка інтегрованої автоматизованої інформаційної системи університету з елементами підтримки прийняття рішень. *Інформаційні технології в освіті, науці і техніці*: тези доп. IV міжнар. наук.-практ. конф. (м.Черкаси, 17-18 травня 2018 р.). Черкаси, 2018. С.73-75.
72. Заспа Г.О., Аширова А.В., Кожем'якін О.С., Триус Ю.В. Моделювання та проектування інформаційно-аналітичної системи підтримки освітньої діяльності університету. *Інформаційні технології в освіті, науці і техніці*: тези доп. V міжнар. наук.-практ. конф. (м.Черкаси, 21-23 травня 2020 р.). Черкаси, 2020. С. 154-156.
73. Заспа Г.О., Данченко О.Б. Інформаційна система як рушійна сила оптимізації управління компанією. *Інформаційні технології в освіті, науці і техніці (ІТОНТ-2014)*: матеріали II міжнар. наук.-практ. конф.(м.Черкаси, 24-26 квітня 2014 р.). Черкаси, 2014. Т.1. С. 94-95.
74. Заспа Г.О., Тарасенко В.В. Використання «тестового світу» як метод вирішення проблеми підготовки даних при інтеграційному тестуванні складних програмних систем. *Інформаційні технології в освіті, науці і техніці*: тези доп. III міжнар. наук.-практ. конф.(м.Черкаси, 12-14 травня 2016 р.). Черкаси, 2016. С. 8-9.
75. Заспа Г.О., Ященко А.Ю. Організаційно-технологічні проблеми ВНЗ як організації інформаційного типу. *Системний аналіз та інформаційні*

- технології*: матеріали X міжнар. наук.-техн. конф. (м.Київ, 20-24 травня 2008 р.). Київ, 2008. С. 195.
76. Згуровский М.З., Панкратова Н.Д. Системный анализ. Проблемы, методология, приложения. Киев: Наукова думка, 2011. 728 с.
77. Зиндер Е. Реинжиниринг + информационные технологии = новое системное проектирование // *Открытые системы*. 1996. №1. С.9-22.
78. Інформаційно-аналітична система контролю та оцінювання навчальної діяльності студентів ВНЗ: Монографія // А.А. Тимченко та ін. Черкаси: МакЛаут, 2010. 300 с.
79. Качан Г.М. Цифровізація освітнього процесу. *Інформаційні технології в освіті, науці і техніці*: тези доп. V міжнар. наук.-практ. конф. (м.Черкаси, 21-23 травня 2020 р.). Черкаси, 2020. С. 157-158.
80. Ковтонюк К.В.. Цифрова трансформація світової економіки. *Вчені записки Університету «КРОК»*. 2017. № 47. С.70-76.
81. Козлакова Г.О. Теоретичні і методичні основи застосування інформаційних технологій у вищій технічній освіті: монографія. К. : ІЗМН, 1997. 180 с
82. Кеберле Н. Огляд сучасних систем інтеграції неоднорідних баз даних і знань. *Вісник Львівського університету. Сер. прикл. матем. інформ.* 2002. Вип. 4. С. 163-172.
83. Концепція розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018-2020 роки: Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 17 січня 2018 р. № 67-р. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/67-2018-%D1%80>. (дата звернення: 17.10.20).
84. Куріцин Б.О., Заспа Г.О., Чередниченко О.В. Автоматизована інформаційна система ЧІПІ. *Вісник ЧІПІ*. 1998. №2. С.86-90.
85. Кусов А.А. Проблемы интеграции корпоративных информационных систем. *Управление экономическими системами*. 2011. №28. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-integratsii-korporativnyh-informatsionnyh-sistem/viewer>. (дата звернення: 02.08.20).

86. Ланських Є.В. Моделі та методи системного проектування інформаційних освітніх систем дистанційного навчання: дис. ... канд. техн. наук : 05.13.06 / Черкаський державний технологічний університет. Черкаси, 2003. 178 с.
87. Лега Ю.Г., Ситник О.О., Григор О.О., Тимченко А.А., Заспа Г.О. Організаційно-технологічні проблеми ВНЗ як організації інформаційного типу. *Впровадження нових інформаційних технологій навчання*: зб. наук.-метод. праць наук.-метод. конф. (м. Харків, 11-12 жовтня 2007 р.). Харків, 2007. С.83-88.
88. Львов М.С., Співаковський О.В., Щедролосьєв Д.Є. Інформаційна система управління вищим навчальним закладом як платформа реалізації управління академічним процесом. *Вісник Харківського національного університету*. 2005. URL: <http://www.kspu.edu/FileDownload.ashx/97.pdf?id=fa9fe084-29ad-430a-a9c5-19f0d5e80360>.
89. Малезик М.П., Закатнов М.В, Сергієнко В.П Засоби і технології продукування навчальних інформаційних ресурсів. *Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія №2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: Зб. наук. праць*. 2010. № 8 (15). – С. 29-35.
90. Манойлович М., Заспа Г.О. Оптимізація розпізнавання інформації з документів зі складною структурою в інформаційних web-системах. *Наука України – погляд молодих вчених крізь призму сучасності*: тези доп. II всеукр. наук.-практ. конф. з міжнар. участю (м.Черкаси, 26 вересня 2019 р.). Черкаси, 2019. С. 31-33.
91. Матов О.Я., Храмова І.О. Сучасні технології інтеграції інформаційних ресурсів. *Реєстрація, зберігання і обробка даних*. 2009, Т. 11, № 1. С.33-42.
92. Месарович М., Тахакара И. Теория иерархических многоуровневых систем. Москва: Мир, 1973.- 344 с.
93. Мілаш О.О. Інформатизація вищих навчальних закладів як пріоритет державної освітньої політики в Україні. *Державне будівництво*. 2010. №1. URL:<http://kbuara.kharkov.ua/e-book/db/2010-1/index.html>.

94. Оксамитна Л.П. Методи та засоби самоорганізації моделі знань в автоматизованих системах контролю знань та навчання: дис. ... канд. техн. наук : 05.13.06 / Черкаський державний технологічний університет. Черкаси, 2003. 144 с.
95. Положення про Міністерство цифрової трансформації України. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pitannya-ministerstva-cifrovoyi-t180919> (дата звернення: 09.12.20).
96. Програмне забезпечення для вищих навчальних закладів України “ПолітекСОФТ”. URL: <http://www.politek-soft.kiev.ua> (дата звернення: 12.11.20).
97. Савенко А.Ю., Паламарчук А.О.. Автоматизована інформаційна система управління вищим навчальним закладом. *Теоретичні і практичні аспекти економіки та інтелектуальної власності: збірник наукових праць*. 2011. Т. 2. С. 94-96.
98. Серкова Л.Е. Інформаційна технологія моніторингу організації учбового процесу вищого навчального закладу: дис. ... канд. техн. наук : 05.13.06 / Черкаський державний технологічний університет. Черкаси, 2006. 143 с.
99. Співаковський О.В., Федорова Я.Б., Глущенко О.О., Кудас Н.А. Управління інформаційними технологіями вищих навчальних закладів: навч. посібник. Херсон: Айлант, 2010. 302 с.
100. Тесля Ю.М., Єгорченков О.В., Хлевна Ю.Л. Інструменти мета-методології управління проектами вищих закладів освіти. *Інформаційні технології в освіті, науці і техніці*: тези доп. IV міжнар. наук.-практ. конф. (м. Черкаси, 17-18 травня 2018 р.). Черкаси, 2018. С.88-89.
101. Тесля Ю.М., Заспа Г.О. Розробка концентричної інформаційної технології цифрової трансформації закладів вищої освіти. *Управління розвитком складних систем*. Київ, 2020. №44. С.105-115, [dx.doi.org\10.32347/2412-9933.2020.44.105-115](https://doi.org/10.32347/2412-9933.2020.44.105-115).

102. Тесля Ю.М., Хлевна Ю.Л. Системотехніка цифрового університету URL: http://iiot.nau.edu.ua/images/docs/conference/Kruglyi%20sti%2012.10.20/1_%D0%A2%D0%B5%D1%81%D0%BB%D1%8F.pdf. (дата звернення: 03.12.20).
103. Тесля Ю.М., Хлевна Ю.Л., Кошелева Д.І. Інформаційна аналітика та впливи в управлінні програмами інформатизації ВНЗ. *Інформаційні технології в освіті, науці і техніці*: тези доп. III міжнар. наук.-практ. конф. (м. Черкаси, 12-14 травня 2016 р.). Черкаси, 2016. С. 67-68.
104. Тимченко А.А. Основи системного проектування та системного аналізу складних об'єктів: Основи системного підходу та системного аналізу об'єктів нової техніки : навч. посіб. Київ: Либідь, 2004. 288 с.
105. Тимченко А.А. Основы системного проектирования объектов новой техники. Книга 1. Киев.: Лыбидь, 1999. 352 с.
106. Тимченко А.А., Гресько С.О., Заспа Г.О., Андрієнко В.О., Тьорло О.В., Скоробрещук В.В., Ященко А.Ю. Інтелектуальна система прийняття рішень в умовах деканату. *Інформаційні технології в освіті, науці і техніці*: тези доп. VII всеукр. наук.-практ. конф. (м. Черкаси, 4-6 травня 2010 р.). Черкаси, 2010. С.36-37.
107. Тимченко А.А., Заспа Г.О., Гресько С.О. Використання системного підходу при аналізі діяльності ВНЗ. *Інноваційні комп'ютерні технології у вищій школі*: матеріали 3-ї наук.-практ. конф. (м. Львів, 18-20 жовтня 2011 р.). Львів, 2011. С.37-39.
108. Тимченко А.А., Родионов А.А. Основы информатики системного проектирования объектов новой техники. Київ: Наукова думка, 1991. 152 с.
109. Тимченко А.А., Сєркова Л.Е., Заспа Г.О., Ященко Г.Ю. Системні методи моделювання в інформаційній технології побудови автоматизованих інформаційних систем вищих навчальних закладів. *Вісник Черкаського державного технологічного університету*. 2006. №3. С.131-134.
110. Тимченко А.А., Триус Ю.В., Оксамитна Л.П., Стеценко І.В. Нові підходи до створення системи контролю та оцінювання навчальних досягнень

- студентів ВНЗ. *Інформаційні технології в освіті: Збірник наукових праць*. 2009. Випуск 4. С. 111-123.
111. Топузов М.О. Проектування інформаційно-освітнього середовища навчальних закладів у сучасному суспільстві. *Український педагогічний журнал*. 2017. №1. С.26-36 .
112. Трегубенко І.Б. Методи та моделі оптимізації системи управління навчальним процесом в вищих закладах освіти: дис. ... канд. техн. наук : 05.13.06 / Черкаський державний технологічний університет. Черкаси, 2007. 190 с.
113. Трегубенко І.Б. Підготовка ІТ-фахівців у контексті трендів сучасної вищої освіти. *Інформаційні технології в освіті, науці і техніці*: тези доп. V міжнар. наук.-практ. конф. (м.Черкаси, 21-23 травня 2020 р.). Черкаси, 2020. С. 194-195.
114. Триус Ю.В. Інформаційно-комунікаційні технології в технічному університеті: стан і перспективи. *Інформаційні технології в освіті, науці і техніці*: тези доп. III міжнар. наук.-практ. конф.(м.Черкаси, 12-14 травня 2016 р.). Черкаси, 2016. С. 249-252.
115. Триус Ю.В., Заспа Г.О., Кожем'якін О.С., Аширова А.В.. Інформаційно-аналітична система підтримки освітньої діяльності структурних підрозділів закладів вищої освіти. *Вісник Черкаського державного технологічного університету*. 2020. №4. С.27-38.
116. Трушкіна Н. В., Ринкевич Н. С. Цифрова трансформація бізнес-процесів на підприємствах: реалії та сучасні виклики. *Побудова інформаційного суспільства: ресурси і технології* : матеріали XVIII міжнар. наук.-практ. конф., м.Київ, 19-20 вересня 2019 р. Київ, 2019. С.130-133.URL: http://www.uinteі.kiev.ua/sites/default/files/trushkina_rynkevych.pdf
117. Трушлякова А.Б.. Розвиток діджиталізації в Україні: фактори впливу, переваги та виклики сьогодення. *Економічні горизонти*. 2018. № 4(7), С. 186-191. DOI: [https://doi.org/10.31499/2616-5236.4\(7\).2018.212762](https://doi.org/10.31499/2616-5236.4(7).2018.212762).

118. Франчук В.М. Використання web-орієнтованих комп'ютерних систем у закладі вищої освіти. *Інформаційні технології в освіті, науці і техніці*: тези доп. IV міжнар. наук.-практ. конф. (м.Черкаси, 17-18 травня 2018 р.). Черкаси, 2018. С.243-245.
119. Франчук В.М. Модель серверної структури освітнього середовища з використанням веб-орієнтованих систем. *Інформаційні технології в освіті, науці і техніці*: тези доп. V міжнар. наук.-практ. конф. (м.Черкаси, 21-23 травня 2020 р.). Черкаси, 2020. С. 183-185.
120. Франчук В.М., Франчук Н.П. Модуль статистики для "Електронного деканату". *MoodleMootUkraine 2018. Теорія і практика використання системи управління навчанням Moodle*: матеріали шостої міжнар. наук.-практ. конф. (м.Київ, 25 травня 2018 р.). Київ, 2018. С. 14-15.
121. Что такое Скрам. URL: <https://www.scrum.ua/scrums?locale=uk>(дата звернення: 29.06.2020).

Додатки

Додаток А

Список публікацій здобувача за темою дисертації та відомості про апробацію
результатів дисертації

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації

1. Інформаційно-аналітична система контролю та оцінювання навчальної діяльності студентів ВНЗ: **Монографія** //А.А. Тимченко та ін. Черкаси: МакЛаут, 2010. 300 с.

Статті у періодичних фахових виданнях іноземних держав

2. Yehorchenkova N., Kataieva Y., Yehorchenkov O., Zaspa G. The conception of project-oriented enterprise information resources system management technology creation. *Journal of Technology and Exploitation in Mechanical Engineering*, Poland. 2016. Vol. 2, Issue 1. P. 60–65.

3. Tryus Y., Antipova N., Zhuravel K., Zaspa G. Information technology of stock indexes forecasting on the base of fuzzy neural networks. *Applied Computer Science*, Poland. 2017. Vol. 13, No 1. P. 29-40.

Статті у наукових фахових виданнях України

4. Данченко О.Б., Олейнікова Т.Ю., Заспа Г.О. Аналіз сучасних методів та засобів модульно-рейтингової системи навчання у вищому навчальному закладі. *Вісник Черкаського державного технологічного університету*. 2004. №2. С.157-159.

5. Тимченко А.А., Серкова Л.Е., Заспа Г.О., Ященко Г.Ю. Системні методи моделювання в інформаційній технології побудови автоматизованих інформаційних систем вищих навчальних закладів. *Вісник Черкаського державного технологічного університету*. 2006. №3. С.131-134.

6. Tymchenko A.A., Serkova L.E., Zaspa H.O. Using modeling in information system of Cherkasy State Technological University system design process. *Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»*. 2007. №7. С.125-129.

7. Teslia Iu., Yehorchenkova N., Yehorchenkov O., Kataieva Ye., Zaspa H., Khlevna Iu. Development of principles and method of electronic project management. *Easter-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. 5/3(89). P. 23-29. *(індексується у наукометричній базі даних Scopus)*

8. Триус Ю.В., Заспа Г.О., Кожем'якін О.С., Аширова А.В. Інформаційно-аналітична система підтримки освітньої діяльності структурних підрозділів закладів вищої освіти. *Вісник Черкаського державного технологічного університету*. 2020. №4. С.27-38.

9. Тесля Ю. М., Заспа Г. О. Розробка концентричної інформаційної технології цифрової трансформації закладів вищої освіти. *Управління розвитком складних систем*. Київ, 2020. № 44. С. 105-115, dx.doi.org\10.32347/2412-9933.2020.44.105-115.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

10. Заспа Г.О. Автоматизована інформаційна система управління навчальним процесом Черкаського державного технологічного університету. *Сімнадцята наукова сесія Осередку Наукового товариства ім.Т.Шевченка у Черкасах*: матеріали доп. на засіданні секцій і комісій 2006 р. (м.Черкаси, 14-24 березня 2006 р.). Черкаси, 2006. С.209-210.

11. Лега Ю.Г., Ситник О.О., Григор О.О., Тимченко А.А., Заспа Г.О. Організаційно-технологічні проблеми ВНЗ як організації інформаційного типу. *Впровадження нових інформаційних технологій навчання*: зб. наук.-метод. праць наук.-метод. конф. (м. Харків, 11-12 жовтня 2007 р.). Харків, 2007. С.83-88.

12. Заспа Г.О., Яценко А.Ю. Організаційно-технологічні проблеми ВНЗ як організації інформаційного типу. *Системний аналіз та інформаційні технології*: матеріали X міжнар. наук.-техн. конф. (м.Київ, 20-24 травня 2008 р.). Київ, 2008. С. 195.

13. Hryhoriy Zaspа, Olena Danchenko. Cooperation with IT Companies at Cherkasy State Technological University. *Innovation in Education for Electrical and Information Engineering: 20th EAEEIE Annual Conference (Valencia, Spain, June 22-24,2009)*.Valencia, 2009.

14. Тимченко А.А., Гресько С.О., Заспа Г.О., Андрієнко В.О., Тьорло О.В., Скоробрещук В.В., Яценко А.Ю. Інтелектуальна система прийняття рішень в умовах деканату. *Інформаційні технології в освіті, науці і техніці*:

тези доп. VII всеукр. наук.-практ. конф. (м.Черкаси, 4-6 травня 2010 р.). Черкаси, 2010. С.36-37.

15. Тимченко А.А., Заспа Г.О., Гресько С.О. Використання системного підходу при аналізі діяльності ВНЗ. *Інноваційні комп'ютерні технології у вищій школі*: матеріали 3-ї наук.-практ. конф. (м.Львів, 18-20 жовтня 2011 р.). Львів, 2011. С.37-39.

16. Заспа Г.О., Данченко О.Б. Інформаційна система як рушійна сила оптимізації управління компанією. *Інформаційні технології в освіті, науці і техніці*: // тези доп. II міжнар. наук.-практ. конф. (м.Черкаси, 24-26 квітня 2014 р.). Черкаси, 2014. Т.1. С. 94-95.

17. Заспа Г.О., Тарасенко В.В. Використання «тестового світу» як метод вирішення проблеми підготовки даних при інтеграційному тестуванні складних програмних систем. *Інформаційні технології в освіті, науці і техніці*: тези доп. III міжнар. наук.-практ. конф. (м.Черкаси, 12-14 травня 2016 р.). Черкаси, 2016. С. 8-9.

18. Заспа Г.О. Розробка інтегрованої автоматизованої інформаційної системи університету з елементами підтримки прийняття рішень. *Інформаційні технології в освіті, науці і техніці*: тези доп. IV міжнар. наук.-практ. конф. (м.Черкаси, 17-18 травня 2018 р.). Черкаси, 2018. С.73-75.

19. Манойлович М., Заспа Г.О. Оптимізація розпізнавання інформації з документів зі складною структурою в інформаційних web-системах. *Наука України – погляд молодих вчених крізь призму сучасності*: тези доп. II всеукр. наук.-практ. конф. з міжнар. участю (м.Черкаси, 26 вересня 2019 р.). Черкаси, 2019. С. 31-33.

20. Заспа Г.О., Аширова А.В., Кожем'якін О.С., Триус Ю.В. Моделювання та проектування інформаційно-аналітичної системи підтримки освітньої діяльності університету. *Інформаційні технології в освіті, науці і техніці*: тези доп. V міжнар. наук.-практ. конф. (м.Черкаси, 21-23 травня 2020 р.). Черкаси, 2020. С. 154-156.

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації

21. Куріцин Б.О., Заспа Г.О., Чередниченко О.В. Автоматизована інформаційна система ЧІТІ. *Вісник ЧІТІ*. 1998. №2. С.86-90.

Додаток Б

Довідка про впровадження результатів дисертаційної роботи

ЗАТВЕРДЖУЮПерший проректор Черкаського
державного технологічного
університету" 2 " лютого 2020 р.
А.В. Гончаров

Довідка

про впровадження результатів дисертаційної роботи Заспи Григорія Олександровича
в Черкаському державному технологічному університеті

Заспа Г.О. вів розробку інформаційної технології, призначеної для цифрової трансформації освітньої діяльності в закладах вищої освіти. Було розроблено концентричну інформаційну технологію, яка інтегрує всі інформаційні бази, методи та засоби вирішення функціональних задач закладу вищої освіти в єдиний цифровий простір, таким чином підвищуючи ефективність та якість освітньої діяльності ЗВО.

Впровадженими в рамках створеної концентричної інформаційної технології цифрової трансформації освітньої діяльності закладів вищої освіти є: концепція побудови концентричної моделі інформаційної технології цифрової трансформації закладів вищої освіти; концентрична модель інформаційного середовища закладу вищої освіти та інформаційної технології цифрової трансформації ЗВО; метод формування інформаційної технології вирішення функціональних задач закладів вищої освіти; метод управління інформацією закладів вищої освіти; модель міжшарової взаємодії в концентричній інформаційній технології цифрової трансформації ЗВО.

Дані наукові результати знайшли своє відображення в розробленій інформаційно-аналітичній системі підтримки освітньої діяльності університету. Система повністю впроваджена та експлуатується в Черкаському державному технологічному університеті починаючи з 2017 року, постійно вдосконалюється та розширюється. Використання даної системи прописано в нормативних документах ЧДТУ, зокрема, "Положенні про порядок замовлення, виготовлення, видачі та обліку документів про вищу освіту", "Положенні про порядок формування індивідуального навчального плану здобувача вищої освіти Черкаського державного технологічного університету".

Зокрема, Заспою Г.О. було розроблено:

- систему управління інформацією для інформаційно-аналітичної системи підтримки освітньої діяльності університету;
- функціональні модулі: деканату, навчально-методичного відділу, "Мобільний додаток "Студент ЧДТУ" тощо.

В результаті проведеної Заспою Г.О. роботи підвищено продуктивність працівників різних підрозділів ЧДТУ, зроблено уніфікацію введення інформації та формування документів, створено умови для уникнення помилок при формуванні документів та проведенні аналітичних розрахунків.

Начальник навчально-методичного
відділу

С.М.Мильніченко

Додаток В

Акт впровадження в навчальний процес Черкаського державного технологічного університету результатів дисертаційної роботи

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Ректор Черкаського державного
технологічного університету,
д-р політ. наук, доцент

 О. Григор

« _____ 2020 р.

АКТ

впровадження в навчальний процес

Черкаського державного технологічного університету
результатів дисертаційної роботи **Заспи Григорія Олександровича**
на тему: "Концентрична інформаційна технологія організації цифрової
трансформації освітньої діяльності закладів вищої освіти"

Комісія у складі: голови – першого проректора, к.т.н., доцента Гончарова А.В. і членів комісії: декана факультету інформаційних технологій і систем, к.т.н., доцента Трегубенко І.Б., завідувача кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем, д.т.н., професора Первунінського С.М., завідувача кафедри комп'ютерних наук та системного аналізу, д.п.н., к.ф.-м.н., професора Триуса Ю.В. склала даний акт про те, що результати дисертаційного дослідження Заспи Г.О., зокрема:

- концепція побудови концентричної моделі інформаційної технології цифрової трансформації закладів вищої освіти;
- концентрична модель інформаційного середовища закладу вищої освіти та інформаційної технології цифрової трансформації ЗВО;
- метод формування інформаційної технології вирішення функціональних задач закладів вищої освіти;
- модель міжшарової взаємодії в концентричній інформаційній технології цифрової трансформації ЗВО;
- метод управління інформацією закладів вищої освіти

впроваджені в навчальний процес підготовки здобувачів вищої освіти зі спеціальностей 121 – інженерія програмного забезпечення та 122 – комп'ютерні науки при читанні лекцій, проведенні лабораторних і практичних занять з

навчальних дисциплін - "Об'єктно-орієнтоване програмування", "Крос-платформне програмування", "Конструювання програмного забезпечення", "Об'єктно-орієнтоване програмування (сучасний фреймворк)", а також при виконанні курсових проєктів і кваліфікаційних робіт.

Використання майбутніми бакалаврами зазначених спеціальностей результатів дисертаційної роботи Заспи Г.О. надає їм можливість на більш високому науково-технічному рівні виконувати професійну роботу, а також сприяє підвищенню їх професійних компетентностей.

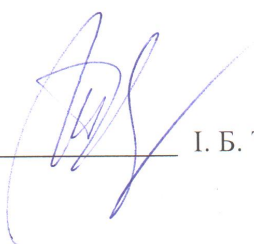
Голова комісії:

Перший проректор,
к.т.н., доцент


А. В. Гончаров

Члени комісії:

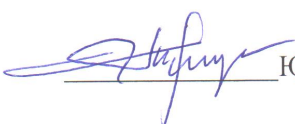
Декан факультету інформаційних
технологій і систем,
к.т.н., доцент


І. Б. Трегубенко

Завідувач кафедри програмного
забезпечення автоматизованих систем,
д.т.н., професор


С. М. Первунінський

Завідувач кафедри комп'ютерних наук
та системного аналізу,
д.п.н., к.ф.-м.н., професор


Ю. В. Триус