

Євген ПАЛАМАРЧУК  
Олена КОВАЛЕНКО  
Олег БІСІКАЛО

Інформаційна екосистема  
“ЕЛЕКТРОННИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ”

*методологія, дослідження, впровадження, результати*



2024

Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний технічний університет

**Євген ПАЛАМАРЧУК, Олена КОВАЛЕНКО,  
Олег БІСІКАЛО**

**Інформаційна екосистема  
«Електронний університет»**

*методологія, дослідження, впровадження, результати*

**Монографія**

Вінниця  
ВНТУ  
2024

УДК 004:378.6

П 14

Рекомендовано до видання Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол № 2 від 29.08.2024 р.)

Рецензенти:

**Кветний Р. Н.**, д. т. н., професор кафедри АІТ ВНТУ

**Кулик А. Я.**, д. т. н., професор, завідувач кафедрою  
БІтаМА ВНМУ ім. М. І. Пирогова

**Паламарчук, Є. А.**

П 14 Інформаційна екосистема «Електронний університет». Методологія, дослідження, впровадження, результати : монографія [Електронний ресурс] / Є. А. Паламарчук, О. О. Коваленко, О. В. Бісікало. – Вінниця : ВНТУ. 2024. – (PDF, 188 с.)

ISBN 978-617-8163-21-1

Монографія містить результати наукових досліджень та практичного впровадження інформаційної екосистеми «Електронний університет» у Вінницькому національному технічному університеті. Запропоновані концепції, моделі та алгоритми апробовані також в інших закладах вищої освіти м. Вінниця.

Опубліковані моделі, результати практичної реалізації можуть бути корисними для створення та запровадження сучасної інформаційної екосистеми електронного університету для керівництва навчальних закладів; фахівців центрів інформаційних технологій в освіті; центрів дистанційного та змішаного навчання; науковців, що досліджують особливості запровадження інформаційних технологій в освіті.

УДК 004:378.6

ISBN 978-617-8163-21-1

© Є. Паламарчук, О. Коваленко, О. Бісікало, 2024

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	5
<b>1 КОНЦЕПЦІЯ СТВОРЕННЯ ЕЛЕКТРОННОГО УНІВЕРСИТЕТУ НА ОСНОВІ ЕКОСИСТЕМИ ОСВІТНЬОГО СЕРЕДОВИЩА .....</b>	<b>7</b>
1.1 Відомі теорії та концепції створення електронного університету .....	7
1.2 Електронний університет на основі інформаційної освітньої екосистеми .....	14
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ДО РОЗДІЛУ 1 .....	46
<b>2. МОДЕЛЬ ОБРАЗНОГО КОНТЕНТУ ОСВІТНЬОГО СЕРЕДОВИЩА .....</b>	<b>53</b>
2.1 Постановка задачі моделювання .....	53
2.2 Концептуальні поняття інфологічної системи та онтогенетичного принципу її побудови .....	57
2.3 Концепція визначення образного сенсу природно-мовних конструкцій .....	64
2.4 Метод побудови нечіткого відношення образного сенсу .....	73
2.5 Дослідження простору образного сенсу з нечіткою мірою .....	80
2.6 Висновки за результатами моделювання ОКОС .....	87
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ДО РОЗДІЛУ 2 .....	89
<b>3 СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ОСВІТНІМ ПРОЦЕСОМ, ПІДТРИМКИ МЕТОДИЧНОЇ, НАУКОВОЇ ТА УПРАВЛІНСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ JETIQ VNTU .....</b>	<b>92</b>
3.1 Контурна модель електронного університету на основі системи JetIQ VNTU .....	92
3.2 Модуль «Персональний кабінет викладача» .....	101
3.3 Модуль «Персональний кабінет студента» .....	110
3.4 Електронний деканат .....	115

3.5 Система створення та використання тестів для опитування студентів.....	119
3.6 Результати впровадження освітньої інформаційної екосистеми JetIQ у Вінницькому національному технічному університеті.....	124
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ДО РОЗДІЛУ 3 .....	128
<b>4 АПАРАТНО–ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ</b>	
<b>ФУНКЦІОНУВАННЯ ПЛАТФОРМИ JETIQ .....</b>	<b>131</b>
4.1 Мікросервісні архітектури електронних навчальних систем...	131
4.2 Мікросервісна архітектура JetIQ .....	147
4.3 Інтеграція екосистем JetIQ з іншими платформами і сервісами .....	150
4.4 Результати впровадження мікросервісів JetIQ.....	152
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ДО РОЗДІЛУ 4 .....	155
<b>5 JETQ – ЕЛЕКТРОННА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА</b>	
<b>ПІДТРИМКИ УПРАВЛІНСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ .....</b>	<b>159</b>
5.1 Особливості автоматизації управлінських процесів закладу вищої освіти .....	159
5.2 Концепція управління освітніми програмами.....	170
5.3 Модуль управління освітніми програмами .....	178
5.4 Система документообігу .....	180
5.5 Електронний відділ кадрів та модулі моніторингу професійної активності викладачів.....	184
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ДО РОЗДІЛУ 5 .....	186
<b>ПІСЛЯМОВА.....</b>	<b>187</b>

## ВСТУП

Розвиток платформ для дистанційного та змішаного навчання завжди залишається актуальним. Якщо історично перші системи дистанційного навчання були призначені для самостійного асинхронного навчання, то сучасні університетські платформи підтримують різні формати навчання та комунікацій.

Серед низки досліджень в сфері інформаційних технологій в освіті, можна виділити роботи таких вітчизняних авторів як Кухаренко В. М., Морзе Н. В., Глазунова О. В., Титенко С. В., Пелешишин О. А., Жежнич В. Т., Кветний Р. Н. тощо. Роботи цих авторів, дослідження закордонних науковців та розвиток різних освітніх платформ дозволяють зробити висновок про актуальність досліджень створення та запровадження системи «Електронний університет» з врахуванням запропонованих методик та особливостей освітніх й управлінських процесів в конкретному закладі освіти.

Автори виконали низку досліджень від розробки теоретичних засад та моделей мікросервісної системи управління освітнім процесом і підтримки методичної, наукової та управлінської діяльності JetIQ VNTU до запровадження інформаційної освітньої платформи в масштабах університету (Вінницький національний технічний університет). Система інтегрована з середовищем Google WorkSpace for Education, електронними ресурсами університету, системами університетського репозиторію, LoD, ЄДЕБО.

Теоретичні та практичні дослідження й запроваджені розробки авторів використовуються також в системах «Сократ» (Вінницький національний аграрний університет) і SEL (Вінницький торговельно-економічний інститут Київського державного торговельно-економічного університету).

Створене електронне освітнє середовище працює на основі таких макроконтурів як серверне та мережеве забезпечення; функціональне програмне забезпечення; контури мотивації (емоційний), комунікацій та керування. Переплітаючись між собою, такі макроконтури створюють ефективно електронне інформаційне освітнє середовище, що є основою системи «Електронний університет».

Коллективна монографія є результатом багаторічних досліджень та практичних впроваджень в напрямку розвитку систем дистанційного та змішаного навчання, підтримки методичної, наукової, управлінської діяльності закладу вищої освіти.

Зміст монографії складається з п'яти розділів. В першому розділі розглянуті базові принципи та моделі побудови електронного університету, освітнього інформаційного середовища для дистанційного та змішаного навчання, підтримки методичної, наукової та управлінської діяльності (Коваленко О. О.).

В другому розділі подані лінгвістичні моделі для використання в модулях платформ для дистанційного та змішаного навчання (Бісікало О. В.).

Третій розділ містить моделі електронного освітнього середовища та модулі їх практичної реалізації мікросервісної освітньої електронної екосистеми JetIQ VNTU. Детально подано моделі та програмні модулі персональних кабінетів студента та викладача; персонального репозиторію, навігатора електронних ресурсів, електронного деканату. Також подано сервіси комунікацій, тестування, інтеграції із зовнішніми системами (Паламарчук Є. А.).

В четвертому розділі розглянуто особливості технічної реалізації освітньої інформаційної екосистеми JetIQ VNTU, функціонування мережі та серверів (Паламарчук Є. А.).

П'ятий розділ присвячено результатам дослідження мікросервісів підтримки управлінської діяльності, зокрема моделі управлінських процесів, підсистем документообігу, управління освітніми програмами, модулів моніторингу показників відповідності ліцензійним вимогам діяльності викладацького складу (SV); підвищення кваліфікації викладачів (Сертифікати), електронного відділу кадрів (Коваленко О. О.).

Опубліковані моделі, результати практичної реалізації можуть бути корисними для створення та запровадження сучасної інформаційної екосистеми електронного університету для керівництва навчальних закладів; фахівців центрів інформаційних технологій в освіті; центрів дистанційного та змішаного навчання; науковців, що досліджують особливості запровадження інформаційних технологій в освіті.

# **1 КОНЦЕПЦІЯ СТВОРЕННЯ ЕЛЕКТРОННОГО УНІВЕРСИТЕТУ НА ОСНОВІ ЕКОСИСТЕМИ ОСВІТНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

## **1.1 Відомі теорії та концепції створення електронного університету**

Поняття електронного університету по-різному розглядається вченими таких галузей як інженерія, інформаційні технології, педагогіка, психологія тощо. Загальновідомі підходи дозволяють виділити такі означення [1; 2; 3; 4; 5; 6]:

Електронний університет – це концепт, який може трактуватися різними способами залежно від контексту і підходу. Ось кілька різних визначень електронного університету:

Електронний університет як онлайн-навчальна платформа являє собою освітній інститут або/і платформу, яка пропонує навчальні курси та програми через Інтернет. Студенти можуть вивчати теоретичні матеріали, виконувати завдання та використовувати інші ресурси онлайн і зазвичай мають можливість взаємодіяти з викладачами та одногрупниками через веб-сервіси.

Електронний університет як технологічний освітній заклад передбачає активне використання відеоконференцій, віртуальної реальності, штучного інтелекту, машинного навчання та інших інноваційних засобів для покращення якості освіти.

Електронний університет як мережева спільнота розглядається як об'єднання груп студентів, викладачів та дослідників, які співпрацюють та обмінюються знаннями й ідеями через інтернетові платформи. Це поняття враховує аспекти співпраці та взаємодії в онлайн-середовищі.

Електронний університет як платформа для дистанційної та змішаної освіти дозволяє студентам навчатися за дистанційною формою (без фізичної присутності) та змішаною формою (різноманітні сполучення поєднання дистанційної та аудиторної форми навчання).

Електронний університет як інноваційна освітня модель передбачає впровадження нових підходів до навчання та викладання, базуючись на сучасних технологіях та педагогічних інноваціях.



Узагальнюючи наведені підходи, можна сформувати таке комплексне означення:

Електронний університет - це освітня інституція, яка використовує сучасні інформаційні та комунікаційні технології для надання освітніх послуг в дистанційному та змішаному форматі, використовуючи мережеві електронні ресурси підтримки наукової, методичної та управлінської діяльності, мережевої взаємодії всіх учасників освітнього та науково-дослідного процесів, має зовнішні електронні ресурси для взаємодії з іншими університетами, підприємствами, науково-дослідними установами, фрілансерами тощо.

Основою електронного університету є електронне освітнє інформаційне середовище, яке базується на інформаційній екосистемі і дозволяє надавати освітні послуги в дистанційному та змішаному форматі, підтримувати методичну, наукову та управлінську діяльність університету і має зв'язки з мережею науково-дослідних організацій, соціальними професійними мережами та освітніми платформами [7].

Технологічно така екосистема являє собою веб-портал, що складається із:

- системи управління навчанням,

- системи підтримки методичної, наукової та управлінської діяльності,

- зовнішнього офіційного сайту університету, спеціальних сайтів науково-дослідних проєктів, сайтів кафедр та сайтів наукових видань;

- системи обміну даними з державними базами освіти;

- системи обміну даними з професійними соціальними мережами та відкритими електронними освітніми платформами.

Загальну модель електронного університету подано на рис. 1.1.

Електронний університет є комплексною системою поєднання інформаційних технологій, організації управління та запровадження сучасних методів викладання та проведення наукових досліджень для отримання достатнього рівня якості вищої освіти.



Рисунок 1.1 – Загальна модель організації електронного університету

Загальна модель організації електронного університету передбачає визначення функціональних цільових напрямів (ліва сторона рис. 1.1):

1. Надання освітніх послуг дистанційного навчання.
2. Надання освітніх послуг за формою змішаного навчання.
3. Автоматизація процесів управління діяльністю університету.
4. Мережева взаємодія організації наукових досліджень та надання освітніх послуг.

Гармонійне поєднання інформаційних технологій, оптимального управління, методики викладання, ефективного використання взаємодій студент-викладач, студент-студент, студент-система управління навчанням та внутрішніх і зовнішніх комунікацій дозволяє організувати та впроваджувати електронний університет у закладі вищої освіти. Як наслідок, це дозволяє реалізувати не тільки надання якісних освітніх послуг для трьох рівнів вищої освіти, але й для інших.

Серед них – «навчання через все життя» (завдяки запровадженню системи вивчення окремих курсів), проєктів підтримки різних верств населення, дуальної освіти тощо.

Побудова системного електронного освітнього середовища передбачає ретельне планування, організацію та інтеграцію різноманітних технологічних, управлінських і педагогічних елементів. Власне його створення є постійним процесом, який потребує тісної співпраці всіх його учасників. Завдяки цьому може бути реалізована адаптивність середовища і його відповідності до вимог забезпечення якісної освіти на основі інформаційних технологій. Регулярне оцінювання поточних результатів та корекція його параметрів із запровадженням сучасних тенденцій в управлінні, педагогіці, психології, інформаційних технологіях є запорукою успіху організації та впровадження електронного університету в закладі вищої освіти [7].

Система електронного університету базується на основних принципах побудови динамічної управлінської системи. Потрібно, щоб вона мала взаємопов'язану структуру, яка охоплює такі контури:

1. Функціональний.
2. Комунікаційний.
3. Мотиваційний (емоційний).
4. Управління.

Відокремлення таких контурів необхідно для розуміння здійснення їх цільових функцій. Таким контурами є комунікації між учасниками, формування мотиваційних сигналів та повідомлень для користувачів, оцінювання їх емоційного сприйняття системи, формування зворотного зв'язку між ними і зокрема з командою технічної підтримки. Такий підхід формує якісну роботу електронного університету.

Детально формування та взаємодію контурів буде розглянуто в подальших розділах.

Концепція віддзеркалення інформації (теорія дзеркал) в інформаційних системах полягає в тому, що інформація відображається, реєструється або зберігається в системі для подальшого використання або аналізу.

Збереження даних в системі – це віддзеркалювання та доступність даних. Це є важливим для постійного використання, а також забезпечення резервного копіювання або відновлення даних у разі втрати або пошкодження. Використовується під час формування та застосування кешування інформації, резервного копіювання, реплікації та синхронізації.

В системі може бути включена функція журналювання, яка віддзеркалює події або активності, що відбуваються відносно дій користувачів. Це може використовуватися для аналізу, моніторингу та відстеження діяльності користувачів. Наприклад, активність здобувачів вищої освіти є основою для надання різноманітних балів, статусів та нагород в модулі гейміфікації, що дає можливість реалізувати модуль «Журнал активності» та деталізувати діяльність здобувача під час проходження навчальних тестів.

Досвід впровадження систем управління електронним навчанням у закладах вищої освіти свідчить, що одним із найбільш трудомістких і проблемних етапів є визначення потреб користувачів та організація комунікацій й ефективного використання необхідної інформації. Дослідження в напрямку розробки адаптивних інтерфейсів, підвищення ефективності взаємодії людини і машини, поведінки користувача в системах управління навчанням відбуваються на стику дизайну, інженерії, маркетингу, економіки, педагогіки та психології.

Аналіз розглянутих наукових праць свідчить про те, що загальна модель електронного університету має базуватись на системному підході і концепції дзеркал, коли враховуються динамічні зміни в організації освітнього та науково-дослідного процесів та розвитку технологій [7].

Означення «система управління навчанням» має різні трактування науковців. Є автори, які зосереджуються на освітньому електронному середовищі, його функціях і змісті. Існують означення, які зосереджуються на користувацькому інтерфейсі та взаємодії учасників і програмних модулів [8].

В умовах автоматизації освітніх процесів у навчальних закладах, система управління навчанням є основою для формування середовища електронного університету (коледжу, школи). Вона має базуватись на модулях забезпечення доступу до електронних ресурсів та

можливостей для спілкування між учасниками навчального процесу, для моніторингу показників основних сфери діяльності тощо.

Системи управління навчанням у ряді випадків є багатоагентними системами. Під поняттям агента ми будемо розуміти роботу кожного з учасників освітніх процесів у середовищі навчальної системи. Причому ними можуть бути як користувачі, так і програмні модулі [9].

Агенти в системі управління навчанням можуть одержувати інформацію і відображати події, що відбуваються в електронному середовищі. Вони можуть інтерпретувати дані та впливати на їх подальше використання. Для агентів характерні такі властивості, як адаптивність, автономність, здатність до спілкування, розмовність, здатність міркувати та мобільність.

Агенти-користувачі можуть бути представлені викладачами, спеціалістами, методистами, студентами і адміністраторами. Програмні агенти можуть бути розподілені на такі, які автоматично формують контент для користувачів, а також такі, які виконують автоматизовані дії.

Крім теорії систем та концепції дзеркал наведемо приклади теорій та концепцій, які використовуються в процесі створення електронного університету [10 - 17].

Теорія конструктивізму передбачає, що навчання є активним процесом, у якому студенти будують свої знання через взаємодію зі знанням та іншими учасниками навчального процесу. Під час створення електронного університету необхідно створити середовище, яке покращує активність навчання та співпрацю між студентами.

Теорія конективізму вказує на важливість мережі та зв'язків між концепціями, формуванні власних авторських рішень, активне залучення користувачів до навчання, виконання проблемних та дискусійних завдань. В процесі розробки електронного університету можна використовувати інтерактивні платформи, професійні та освітні спільноти, формувати відкриті освітні курси, які допомагають студентам будувати мережу знань та розуміти їх взаємозв'язки.

Якщо розглядати електронний університет як організацію, що навчається (або навчає), то концепція Пітера Сенге може бути адаптована для ефективного запровадження ідеології та інструментів електронного університету [18], а саме:

1. Система навчання має відповідати сучасним потребам та технологіям. Сучасні форми синхронного та асинхронного навчання мають містити тренінги, вебінари, онлайн-лекції, використання онлайн-дошок, елементів віртуальної реальності, опитування гейміфікації тощо.

2. Викладачі мають постійно підвищувати рівень кваліфікації за своєю спеціальністю, педагогічною майстерністю та інформаційною грамотністю.

3. Має існувати підтримка керівництвом навчального закладу власне проекту електронного університету.

4. Має існувати обов'язковий зворотний зв'язок під час роботи в електронному інформаційному середовищі, метою якого є постійне покращення процесів роботи інформаційної екосистеми.

Принципи побудови електронного університету як інформаційної екосистеми передбачають [12:14; 15; 16; 17; 18]:

1. Використання базової інформації системи різними її агентами за принципом «Один раз вводимо інформацію – багато разів використовуємо».

2. Визначення та реалізація всіх необхідних комунікацій та передач інформації у зручних для користувачів формах.

3. Доступ електронного інформаційного середовища має здійснюватися з різних пристроїв та не має залежати від географічного розташування користувача (за умови наявності Інтернет).

4. Має забезпечуватись конфіденційність персональної інформації користувачів.

5. Необхідно, щоб внутрішнє електронне освітнє середовище мало достатньо захищені канали зв'язку з зовнішніми електронними ресурсами.

6. Потрібно, щоб інформаційна екосистема електронного університету мала можливості ефективної колаборації з елементами віртуальної реальності та штучного інтелекту.

Отже, поєднання в дослідженнях принципів теорії систем, концепції віддзеркалення інформації, управлінських та педагогічних теорій щодо розвитку відкритого електронного університету як організації, що навчається, дозволяє формувати ефективні інституції та запроваджувати сучасні технології в освіті.

## 1.2 Електронний університет на основі інформаційної освітньої екосистеми

Концепція електронного університету побудована на основі принципів та основних положень теорій та концепцій, розглянутих в підрозділі 1.1., серед яких можна виділити концепції створення інформаційної екосистеми, використання теорій систем, віддзеркалення інформації, організації, що навчається тощо. Такі підходи дозволять охопити всі напрями розвитку сучасного університету та створити людиноорієнтоване електронне освітнє середовище [19].

Ця орієнтація дозволяє визначити основних екторів системи – здобувач, викладач, керівництво (менеджери різних рівнів), дослідник, співробітник. Для відкритих зовнішніх ресурсів додаються такі ектори як роботодавець, стейкхолдер-партнер, експерт.

Основні принципи та правила функціонування екосистеми електронного університету [20; 21; 22; 23].

1. Принцип автоматизації освітніх процесів передбачає виконання процедур оптимізації використання паперових документів та їх оцифрування для зменшення часу на формування звітів, організація зручного доступу до потрібної інформації тощо. Виконання принципу – один раз вводимо (обробляємо дані), багато разів має використовуватись без дублювання процедури введення. Крім того, система має бути максимально оптимізована відповідно до показників виявлення дублювання інформації, видалення непотрібної інформації, структурування інформації для комфортного використання.

2. Екосистема електронного університету (ЕСЕУ) використовує різноманітні методи подання та використання інформації (текстовий, табличний, аудіо, відео формати) в синхронному та асинхронному режимах. Дані електронної екосистеми можна розділити на дві категорії:

2.1. Офіційні підтвержені дані – списки груп, персональна інформація здобувачів та викладачів (підтверджується ЄДЕБО), офіційно опубліковані навчальні матеріали, нормативні документи, результати успішності в електронних деканатах. Для

формування таких даних використовується ієрархічна централізована система.

2.2. Дані, які продукує учасник екосистеми, відповідають рівню доступу, посадовій інструкції або формі діяльності. Екосистема електронного університету забезпечує відповідну доступність даних її учасникам.

3. Моніторинг та контроль освітніх процесів здійснюється відповідно до показників рівня якості освітніх послуг, результатів успішності здобувачів, рівня кваліфікації викладачів, виконання всіх процедур в організації навчання, наукової, методичної та управлінської діяльності.

4. Єдина методологія побудови освітнього процесу дистанційного або змішаного навчання передбачає формування таких комунікацій та процедур: Комунікація студент-викладач шляхом використання електронних ресурсів з дисципліни для навчання та формування повідомлень, передача файлів виконаних завдань, отримання інформації з оцінювання результатів навчання, проходження тренувальних та підсумкових тестів, формування інформації щодо активності студента в електронному освітньому середовищі, відвідуваності занять, участі в обговореннях питань з дисципліни.

5. Інформаційна екосистема використовує ієрархічну централізовану систему управління на рівні ректорату та деканату, а також має децентралізовані управлінські зв'язки між всіма її учасниками.

6. Підтримка системи електронного документообігу шляхом розвитку модуля контролю виконання доручень, формування наукового та методичного університетських репозиторіїв, публікації обов'язкових нормативних документів та поточної інформації на сайтах кафедр, підрозділів, офіційному сайті університету, сторінках соціальних мереж.

7. Створення та підтримка нормативної бази документів щодо організації освітнього процесу в форматі змішаного навчання, підтримка діяльності спеціальних відділів методичного та технічного забезпечення електронної екосистеми, активна участь в адаптації модулів освітнього менеджменту, організації навчання та мотивації



здобувачів і викладачів щодо використання інструментів електронної екосистеми, її дослідження, удосконалення – здійснюються керівництвом університету (ректор, проректори, декани, завідувачі кафедр й різноманітних відділів та служб).

8. Технічне проєктування, створення та впровадження електронної екосистеми здійснюється командою фахівців після визначення вимог до електронного освітнього середовища з урахуванням особливостей і традицій освітнього закладу та нових технологій навчання. Екосистема буде ефективною і психологічно комфортною для учасників тоді, коли вона адаптована під усталені традиції, структуру та нормативну базу автономного навчального закладу.

9. Використання мікросервісної архітектури та відкритого програмного коду електронної екосистеми дозволяє реалізувати процеси її динамічної адаптації та удосконалення відповідно до вимог користувачів, керівництва на всіх рівнях управління. Важливим аспектом є зв'язок системи із зовнішніми освітніми інформаційними системами (платформи дистанційного навчання, ЄДЕБО, сайти підприємств-роботодавців, партнерів тощо).

10. Навчальні електронні ресурси ЕСЕУ є основним контентом для синхронного та асинхронного навчання. Для здійснення синхронного навчання реалізовано зв'язок сховища електронних ресурсів з електронним розкладом занять. Єдина форма публікації навчальних матеріалів передбачає введення бібліографічних стандартів, підтримку прийнятих форматів, видів документів для подальшого зручного використання, моніторингу та контролю.

11. Необхідна наявність електронних засобів обліку та контролю результатів навчання (електронні журнали викладачів, студентів), різноманітні підсумкові відомості, зведені документи електронного деканату, документи статистики та аналітики. Такий моніторинг дозволяє здійснювати оперативний контроль та формувати необхідні звітні документи.

12. Адаптація, розвиток і еволюція електронного освітнього середовища здійснюється завдяки використанню відкритої архітектури та програмного коду, наявності ефективної команди технічного та

методичного супроводження роботи системи. Постійно діюча служба для навчання і підтримки викладачів, студентів та обслуговуючого персоналу є основою для впровадження нових модулів, активного розвитку екосистеми електронного університету.

Сформована концепція є основою для розвитку ІТ-стратегії університету [24; 25; 26; 27; 28].

Візія ІТ стратегії може бути визначена як: “Створення ефективного електронного освітнього середовища університету для надання якісних освітніх послуг шляхом впровадження сучасних інформаційних технологій для навчання та комунікацій”.

Місія ІТ-стратегії – «Розвиток інформаційних технологій в освіті для надання якісних освітніх послуг в традиційній (аудиторній та самостійній), змішаній та дистанційній формах освіти, запровадження сучасного цифрового менеджменту в управлінні університетом”.

Сформована ІТ-стратегія розвитку сучасного університету має містити:

- Загальну концепцію створення електронної екосистеми.
- Методологію подання, використання та збереження електронних інформаційних ресурсів.
- Технічні та організаційні рішення підтримки розвитку електронної екосистеми (апаратне та програмне забезпечення, навчання користувачів).
- Організацію комунікацій, електронного документообігу, підтримки безпеки та рівня достовірності даних.
- Положення щодо організації освітнього процесу у змішаному форматі.

На рис. 1.2 подано загальну схему напрямів ІТ-стратегії розвитку електронного університету, яка містить напрями управління університетом; управління освітнім процесом за рівнями – деканат, освітня програма, дисципліна освітньої програми.



Рисунок 1.2 – Загальна схема реалізації ІТ-стратегії університету

ІТ-стратегія університету може бути подана за такими цільовими напрямками:

1. Розвиток відкритих електронних ресурсів університету в сучасних зручних форматах, із повним змістовним контентом.
2. Розвиток екосистеми електронного університету як безшовного єдиного електронного освітнього середовища для навчання, спілкування, реалізації функцій освітнього менеджменту.
3. Формування електронних ресурсів та інструментарію для надання освітніх послуг в дистанційному форматі.
4. Розвиток штучного інтелекту, гейміфікації, інструментів інклюзивної освіти, симуляції та моделювання для підвищення якості освітнього процесу в дистанційному та змішаному форматі.
5. Розвиток цифрової системи управління освітніми програмами відповідно до показників системи управління якістю та показників активності викладацького складу відповідно до ліцензійних вимог.

6. Розвиток цифрової системи управління університетом (система документообігу; інтеграція з ЄДЕБО; електронний відділ кадрів; моніторинг показників тощо).

Теорії та практика ефективного управління передбачає створення стратегії та сценаріїв її реалізації. ІТ-стратегія навчального закладу передбачає активний розвиток процесів цифровізації всіх видів діяльності. Стратегічні плани розвитку електронного університету можуть бути побудовані за двома основними напрямками. Перший – автоматизація процесів діяльності та запровадження нових технологій в освітні та управлінські процеси. Другий – зміна процесів діяльності відповідно до інформаційних та управлінських технологій, введення гнучкого управління, здійснення навчання через дослідження, удосконалення цифрових платформ навчання тощо. Стратегія розвитку університету передбачає визначення результативних горизонтів розвитку. ІТ- стратегія є складовою загальної стратегії і містить основні цільові напрями та результати. Серед них – використання інформаційних технологій для удосконалення рівня прозорості освітніх й управлінських процесів та інформаційних потоків; оптимізація процесів діяльності персоналу, удосконалення процесів навчання тощо. На сайтах багатьох університетів подано ІТ-стратегію. Так, Йоркський університет визначає основні принципи ІТ-стратегії – «Designed to support the needs of students, lecturers and researchers. Easy to use, easy to access and easy to learn. Resilient. Energy efficient. Agile and Easy to maintain. Cost effective. Secure». Але заявлені принципи мають протиріччя між собою і передбачають наявність різноманітних проєктів для реалізації [20]. ІТ-місія стратегії університету полягає у цифровізації основних процесів та створення сучасного електронного університету. Це передбачає використання сучасних інформаційних платформ управління навчанням, зміну парадигми навчання, активне використання електронних ресурсів.

Серед основних напрямів цифровізації університету можна зазначити такі як:

1. цифрові потреби та послуги;
2. цифрова інфраструктура;
3. електронне навчання;

4. цифрова підтримка методичної діяльності та наукових досліджень;

5. кібербезпека.

Сценарії реалізації стратегії загалом і кожного напрямку окремо залежать від багатьох факторів. Але послідовність їх реалізації має здійснюватись обґрунтовано та відповідно до ресурсних можливостей. Також необхідно пам'ятати про парадокси використання інформаційних технологій.

Серед них – невідповідність вкладених ресурсів результатам цифровізації; рівням підготовки та сподіванням персоналу та керівництва.

ІТ-стратегія розвитку університету повинна бути тісно пов'язана із загальною стратегією, визначати основні напрями розвитку та сценарії реалізації. Стратегічний менеджмент сучасного навчального закладу передбачає використання сучасних управлінських технологій для галузей, пов'язаних з виробництвом знань та формуванням нового покоління освічених людей. Саме тому вибір сценаріїв реалізації ІТ-стратегії має бути математично обґрунтований з використанням знань експертів різних галузей (керівництво, ІТ-фахівці, викладачі, здобувачі тощо).

ІТ-стратегія передбачає побудову стратегії цифрового зростання, швидкого та надійного реагування та ефективних сервісів роботи з інформацією та комунікаціями. Запропоновані Gartner шаблони стратегічних планів, дорожні карти дозволять будь-якій організації визначити основні напрями цифрового розвитку та шляхи їх реалізації. Після визначення місії та загальної стратегії для створення планів, сценаріїв та проєктів реалізації визначають цілі та можливості, ключові показники, сприятливі можливості та ініціативи, ризики і залежності. На основі аналітичних даних можуть бути вибрані сценарії реалізації.

Головною особливістю ІТ-стратегії закладу вищої освіти є створення електронного університету. Це комплекс управлінських та інформаційних технологій, який підтримує традиційну діяльність закладу вищої освіти шляхом автоматизації її процесів, а також надає цифрові внутрішні та зовнішні послуги. Особливо важливим розвиток електронного університету став в умовах активної цифровізації здобувачів (споживачів послуг освіти), кризових ситуацій епідемій,

війни, активного розвитку мобільності в навчанні. Кожен навчальний заклад має свої особливості управлінських процесів, ієрархії в прийнятті управлінських рішень, особливостей освітнього процесу, вимог до викладачів та студентів. Загальні технічні вимоги до формування ефективного електронного освітнього середовища - це захищені серверні засоби для збереження прийому та передавання інформації, якісний інтернет-зв'язок, наявність спеціального центру підтримки цифрових процесів, навчання користувачів систем електронного університету. Інституційні вимоги формуються на основі вимог міністерств та управлінь освіти, керівництва закладу.

Загальна ІТ-стратегія навчального закладу містить напрями, які відповідають видам його діяльності: освітня, методична, наукова, управлінська. Залежно від особливостей, кожен з цих напрямів може бути реалізований за різними сценаріями. Так, наприклад, якщо заклад має ліцензію на отримання дистанційної освіти, то всі дисципліни мають бути подані у вигляді дистанційних курсів, а електронний деканат – працювати онлайн із студентами дистанційної форми більш інтенсивно, ніж в ситуації змішаного навчання.

Вибір сценарію реалізації також залежить від рівня технічних засобів, якими користується заклад, ресурсних можливостей оновлення та технічної підтримки.

За будь-яким сценарієм має бути технічна база для застосування інформаційних технологій з достатнім рівнем безпеки, організації комунікацій та цифрової готовності до синхронної та асинхронної діяльності онлайн.

Основою концепції ІТ-стратегії університету є аналіз потреб користувачів цифрових послуг і сервісів. Розглянемо основні групи користувачів.

Здобувач вищої освіти – синхронні та асинхронні цифрові сервіси використання інформації, комунікацій із викладачами та деканатом, зв'язок із зовнішніми міжнародними освітніми ресурсами у вигляді електронного освітнього інформаційного середовища.

Викладачі – сервіси зберігання, передачі та прийому інформації, комунікації із студентами, структуризація електронних навчальних ресурсів, підтримка методичної та наукової діяльності, забезпечення зв'язку з міжнародними освітніми та науковими ресурсами.

Керівництво – електронна система документообігу, комунікації, моніторинг показників діяльності.

Стейкхолдери та управлінські інституції – прозора актуальна інформація про діяльність закладу вищої освіти.

Заклад вищої освіти (загалом) – рівень цифрової репутації, можливості надання цифрових послуг.

Детальний аналіз потреб та вимог вищого керівництва або/і власників навчального закладу дозволяють зробити висновок про необхідність цифровізації освітніх та управлінських процесів, запровадження системи комунікацій та моніторингу результатів освітньої, методичної, наукової та управлінської діяльності.

Така цифровізація може бути реалізована тільки за умови детального моделювання ієрархічної структури ІТ-стратегії – від візії, напрямів розвитку до конкретних реалізацій

Таблиця 1.1 містить напрями розвитку ІТ-стратегії розвитку університету на прикладі ВНТУ та ВТЕІ КНТЕУ.

Таблиця 1.1 – Напрями та компоненти ІТ-стратегії розвитку університету

Системи управління навчанням	Розвиток методичних та наукових репозиторіїв	Електронний деканат	Система документообігу	Електронні ресурси дисципліни	Комунікації із студентами	Комунікації з викладачами	Моніторинг показників активності	Мотиваційні, гейміфікаційні сервіси
SEL	+	+	+/-	+	+	+	-	-
JetIQ	+	+	+	+	+	+	+	+/-

Подані напрями свідчать про необхідність запровадження системи управління навчанням з можливістю подання електронних ресурсів для кожної дисципліни, комплексів дисциплін освітніх програм, сервісів

електронного деканату з раніше визначеними індивідуальними планами здобувачів, результатами успішності та розкладом занять.

Певні напрями відповідають основним принципам та цілям ІТ-стратегії розвитку закладу вищої освіти.

Система ієрархій для вибору сценарію реалізації ІТ-стратегії передбачає визначення основних сценаріїв реалізації. Розрахунок показників за методом ієрархій передбачає отримання результатів пріоритетів, відповідно до яких, менеджери університетів можуть приймати стратегічне управлінське рішення щодо розвитку електронного університету, ІТ-систем [27; 29] (рис. 1.3).

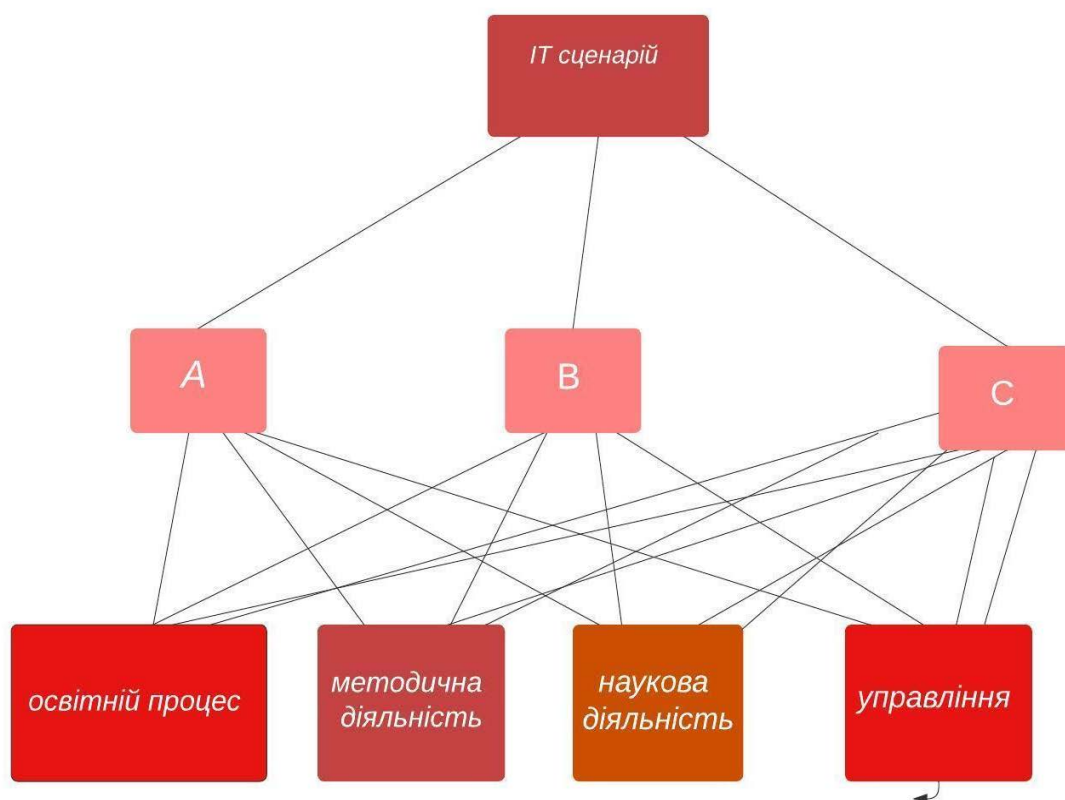


Рисунок 1.3 – Схема ієрархій для прийняття управлінського рішення

Так, для Вінницького національного технічного університету запропоновано такі три сценарії розвитку:

- Удосконалення рівня безпеки та використання міжнародних хмарних середовищ з подальшим розвитком функціональних



модулів та модулів мотивації і гейміфікації в електронному освітньому просторі.

- Удосконалення системи управління навчання й підтримки методичної та наукової діяльності силами фахівців і дослідників університету.

Розвиток інтеграційної системи управління навчанням й підтримки методичної, наукової та управлінської діяльності з використання відкритих електронних ресурсів.

Для Вінницького торговельно-економічного інституту було запропоновано такі сценарії розвитку:

- Розвиток системи дистанційного навчання Moodle.
- Розвиток репозиторіїв та системи дистанційного навчання Moodle.

Розвиток інтеграційної системи управління навчанням з використанням корпоративної електронної пошти, дистанційних курсів, відкритих ресурсів для відеоконференцій та системи контролю виконання навантаження та доручень.

Запропоновані сценарії відповідають основним принципам ІТ-стратегії і були сформовані на основі досвіду впровадження систем управління навчанням. Оцінювання запропонованих сценаріїв здійснювали експерти. До їх складу входили представники керівництва навчальних закладів, здобувачі, викладачі, ІТ-фахівці, представники фінансових відділів. За результатами обробки найбільший рейтинг отримали стратегії розвитку інтеграційної системи управління навчанням й підтримки методичної, наукової та управлінської діяльності.

Детальні сценарії реалізації запропонованих стратегій показали, що за контурами цифровізації та створення ефективного електронного інформаційного середовища в системі SEL не задіяно геймізовані елементи та компоненти для позитивної мотивації роботи викладача. Але в системі Moodle присутні такі елементи. На жаль, в дослідженні не було виявлено прикладів їх використання викладачами та студентами.

Система JetIQ містить окремі модулі гейміфікації і мотивації, але вони слабо пов'язані з функціональним модулем моніторингу успішності і також потребують удосконалення.

Аналіз певних сценаріїв був виконаний за кожною групою опитуваних окремо та за результатами опитування загалом. Саме для цього були визначені таксономічні показники – індекс пріоритетності та вага певної складової.

Загальний індекс пріоритетності був визначений як сума добутку рівня розвитку складової на її вагу.

$$P_{rs} = \sum_{i=1}^{s=3} \sum_{i=1}^{i=4} Y_i * Vis \sum_{i=1}^{s=3} \sum_{i=1}^{i=4} Y_i * Vis , \quad (1.1)$$

де  $P_{rs}$  – індекс пріоритетності певного стратегічного напрямку (від 1 до 3 (А, Б, В));

$Y_i$  – рівень розвитку  $i$ -ої складової ІТ-стратегії;

$Vis$  – вага певної складової в стратегічні напрями розвитку.

Необхідно зазначити, що здобувачі та викладачі визначили найбільший пріоритет освітньої складової, керівництво – прирівняло освітню та наукову складові. В зауваженнях ІТ фахівців були пропозиції окремо виділити технічну складову з елементами безпеки.

Попарне порівняння ваги розвитку кожної складової дозволило отримати результати щодо розвитку інтеграційної системи.

Загальний сценарій отримання аналітичної інформації містить оцінювання потреб за кожним модульним напрямом системи управління навчанням – електронні ресурси дисципліни, комунікації, тестування, моніторинг результатів активності діяльності викладачів, система документообігу. Всі ці компоненти входять до складових підтримки освітньої методичної, наукової та управлінської діяльності.

Загальні сценарії розвитку цих чотирьох компонент за різною вагою розвитку подано в кожному варіанті стратегії і було надано для аналізу представникам всіх груп користувачів. Опитування показало, що для ВНТУ та ВТЕІ КНТЕУ найбільші пріоритети мають освітній процес та управлінська діяльність. В таблиці 1.2 подано результати оцінювання пріоритетності для ВНТУ. Розрахунки були виконані на основі алгоритмів визначення рівня пріоритетності варіантів стратегії за методом ієрархій [27].

Таблиця 1.2 – Оцінювання пріоритету запропонованого варіанту стратегії ВНТУ (ВТЕІ КНТУ)

Стратегічні варіанти	Чисельне значення векторів пріоритету певних стратегій				Узагальнений індекс пріоритетів
	Y1	Y2	Y3	Y4	Prs
А	0,31 (0,29)	0,7 (0,8)	0,15 (0,2)	0,26 (0,4)	0,31 (0,29)
Б	0,35 (0, 23)	0,15 (0,2)	0,24 (0,3)	0,56 (0,8)	0,32 (0.31)
В	0,3 (0,25)	0,16 (0,2)	0,68 (0,7)	0,11 (0,3)	0,35 (0,39)

Важливим аспектом є оптимізація та обґрунтування доцільності використання різноманітних інструментів, які мають полегшувати роботу викладача та студентів, їх динамічну взаємодію.

Розроблена стратегія є основою для формування детальних сценаріїв проведення окремих занять, заходів для контролю успішності студентів, формування творчих завдань, проведення досліджень тощо.

Формування стратегії вивчення теоретичних знань та набуття практичних навичок за певними пунктами дозволяє визначити пріоритетність задач під час впровадження системи управління навчанням, підтримки управлінської, методичної та наукової роботи. Якщо навчальний заклад має систему управління навчанням, то викладач і студенти максимально використовують її інструменти, доповнюючи зовнішніми різноманітними технологічними додатками відповідно до особливостей дисципліни.

Для моделювання використання електронних ресурсів на рівні освітньої програми, дисципліни, окремого заняття в дистанційному або/і змішаному навчанні використовують колесо Керінгтона.

На рис. 1.4 зображено колесо Керінгтона, що дозволяє сформулювати зв'язки між цілями, результатами та технологіями.

# The Pedagogy Wheel V4.1

<http://tinyurl.com/padwheelV4>  
Published 010315

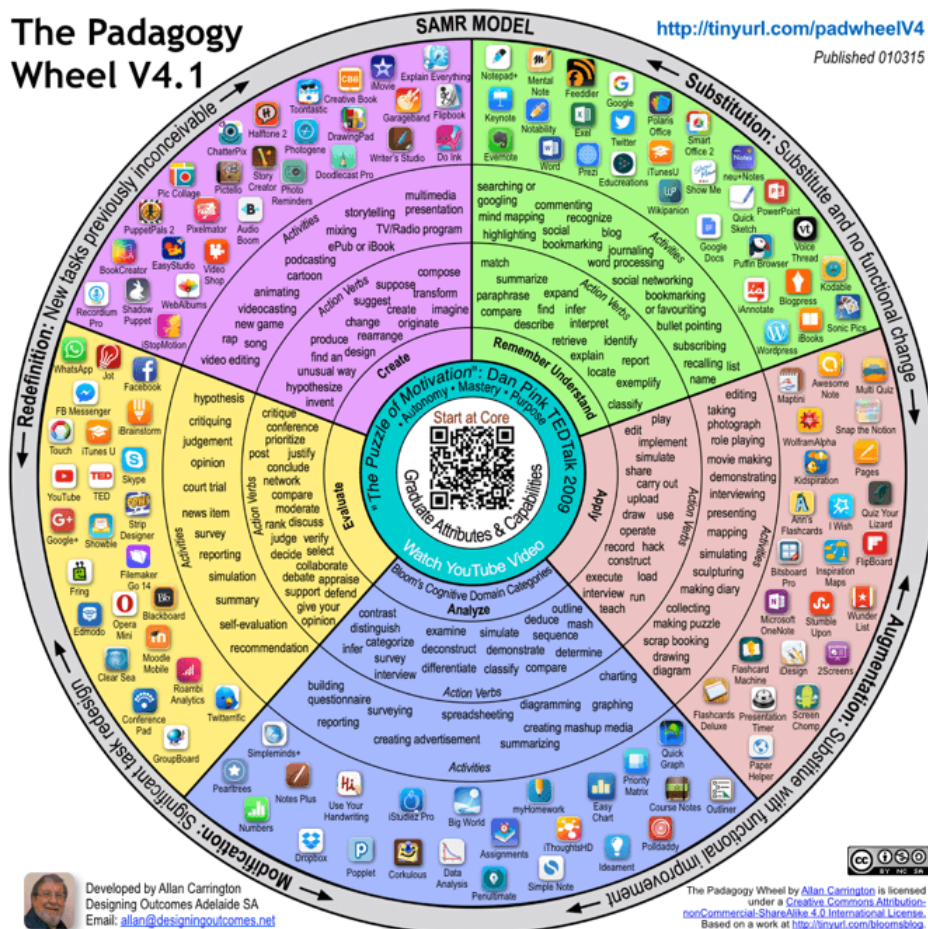


Рисунок 1.4 - Колесо Керінгтона [30].

Така модель є основою балансу між мотивацією та сподіваними результатами, цілями розвитку професійних та особистісних навичок та технологіями, інструментами й засобами інформаційного електронного освітнього середовища.

Колесо Керінгтона об'єднує таксономію Блума та використання сучасних інформаційних технологій в освітньому процесі [31].

В таблиці 1.3 подано проєкції моделі колеса Керінгтона на двох рівнях з уже визначеними основними технологіями, результатами, цілями розвитку.

Таблиця 1.3 - Проекції моделі колеса Керінгтона для освітньої програми ІТ-напряму (рівні освітньої програми та дисципліни)

проекції набуття знань та навичок	Методики	Технології	Приклади використання Moodle	Приклади використання JetIQ+Google Workspace for Education
<b>Рівень освітньо-професійної програми</b>				
Запам'ятовування	Вивчення основних термінів, технологій, прикладів (1)*	Електронні текстові, аудіо, та відео файли, візуалізація (2),	Електронні текстові файли, презентації, подкасти. Підтримка викладачами зв'язку між дисциплінами. Комплексні тести. Забезпечення електронними ресурсами всіх дисциплін ООП з врахуванням зв'язків між ними (3)	
Розуміння	Пояснення, порівняння альтернативних технологій (4)	(2) Відеоконференції, пояснення викладача (5).	(3) Синхронні лекції викладачів. Асинхронні записи пояснень викладачів та практиків (6).	
Застосування	Проектне навчання.	Навчальні проекти, практичні приклади (8)	(3); (6) Наскрізні навчальні проекти. Участь викладачів та практиків як кураторів проектів (9)	
Аналіз	Елементи дуальної освіти (7).			
Оцінювання				
Створення				
<b>Рівень дисципліни (дистанційного курсу)</b>				
Запам'ятовування	(1); тестовий контроль	(2); електронні тести	(3), словник, глосарій, тести дистанційного курсу	(3), словник, глосарій електронної книги; Тест IQ
Розуміння	(4)	(2)	(3); (6); вбудована в дистанційний курс відеоконференція, відео та аудіо подкасти; електронні тести (9)	(3); (6); посилання на відеоконференцію та вбудовані відео- та аудіо підкасти навігатора дисципліни та посилання в електронній книзі, Тест IQ (10)
Застосування	(7), послідовні завдання проекту	(2), Робота в середовищах проектів	(3), (6), посилання на середовища проектів, середовища командної роботи (9)	(3), (6), (9), (10), Google диск (11)
Аналіз	(індивідуальні та командні)			
Оцінювання				
Створення				

(\*) – дії, що повторюються на різних етапах.

На рівні окремого заняття, більш детально використовуються реальні інструменти середовища управління навчанням.

Так, наприклад, практичне заняття з дисципліни «Основи програмної інженерії» – тема «Виявлення вимог клієнта до програмного продукту» може бути проведено на основі такої сценарної моделі:

- коротка інформація зі стандарту SWEBOOK (10 хв),
- воркшоп з малими групами (формування вимог за простими прикладами – 15 хв, результати – в документи або в чат),
- аналіз результатів (5 хв),
- фасилітація вимог до ІТ продукту за групами (онлайн-дошка Miro – 15 хв), аналіз результатів (5 хв),
- узагальнений аналіз та огляд підходів до виявлення вимог щодо розробки ІТ-проектів з використанням практичних прикладів (20 хв).

Також може бути додано до заняття:

- методика виявлення та визначення цільової аудиторії та подання вимог до ІТ-продукту, що буде реалізований під час навчання (20 хв),
- відповіді на питання та завдання на самостійну роботу (5 хв). Використовуються: платформа JetIQ з вбудованими сервісами Google, фасилітація – електронна дошка Miro.

На рівні здійснення освітнього процесу для окремих груп студентів електронне освітнє середовище  $Z_{eos}$  розглядається як множина лекційного  $Z_l$ , аналітично-результативного  $Z_{anr}$  модулів та блока самостійної активності  $Z_{sakt}$  відповідно до поведінки агентів [32]:

$$Z_{eos} = \langle Z_l; Z_{sakt}; Z_{anr} \rangle \quad (1.2)$$

Організація освітнього процесу в режимі поєднання синхронного та асинхронного режимів здійснюється відповідно до аналізу ситуації щодо наявності якісних засобів зв'язку та можливостей участі студентів в активному синхронному діалозі з викладачем.

Для цього доцільно використовувати матрицю Деніела Стенфорда, яка дозволяє визначити сценарії синхронного та асинхронного формату проведення занять (рис. 1.5).

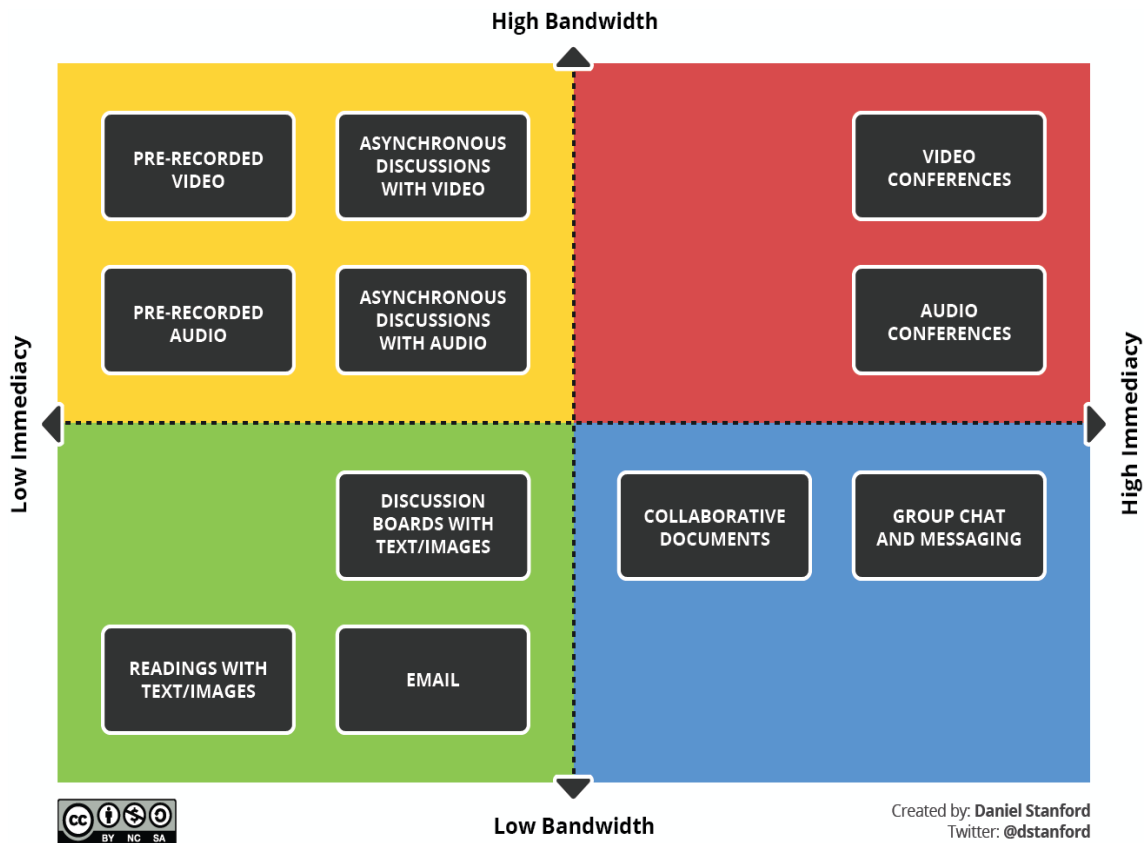


Рисунок 1.5 – Матриця сценаріїв синхронного та асинхронного форматів [33]

Загальний підхід до планування практичного заняття подано в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Проекції моделі колеса Керінгтона для освітньої програми ІТ-напряму (рівень практичного заняття)

Рівень окремого практичного заняття з дисципліни				
Запам'ятовування	(1)*; тестовий контроль, опитування,	(2); електронні тести; відеоконференції, електронні дошки для фасилітації, узагальнення (12)	(3), словник, глосарій, опитування, тести дистанційно го курсу	(3), словник, глосарій електронної книги; опитування, Тест IQ
Розуміння	Опитування в малих групах	Робота малих груп в спеціальних середовищах (15)	Виконання практичних завдань, висилання файлів викладачу, підтримка діалогу для розуміння за допомогою інструментів середовища дистанційного навчання (13). Пересилання файлів викладачу, чат (14)	
Застосування	Завдання за прикладом	Створення програм, моделей в спеціальних середовищах за шаблонами та прикладами	(3); (6); (9); (13), (14)	(3); (6); (9); (13), (14), курсова робота (проект) – завдання-шаблон
Аналіз	Аналітичний звіт	Аналіз результатів за методикою формульованого оцінювання, електронні дошки	(3); (6); (9); (13), (14)	(3); (6); (9); (13), (14), пояснювальна записка курсової роботи – аналіз результатів - надсилається в файловий архів після закінчення
Оцінювання	Оцінювання роботи та перехресне оцінювання робіт інших команд та студентів			
Створення	Модулю загального проекту	Створення власних програм, моделей, алгоритмів. Аналіз та оцінювання результатів, індивідуальна та командна робота		

(\* ) – дії, що повторюються на різних етапах (дані таблиці 1, 2).

Маючи різноманітні електронні ресурси та інструменти, викладач має можливість прийняти рішення щодо їх застосування. Ситуація в



навчанні оцінюється за чотирма зонами. Опитування студентів ВНТУ щодо використання системи підтримки освітнього процесу, методичної та наукової діяльності JetIQ ВНТУ свідчить про необхідність використання такої методики та її доповнення різними формами використання електронних інструментів навчання.

На рис. 1.6 подано фрагмент опитування студентів (блок оцінювання якості зв'язку та проблем в синхронному форматі навчання).

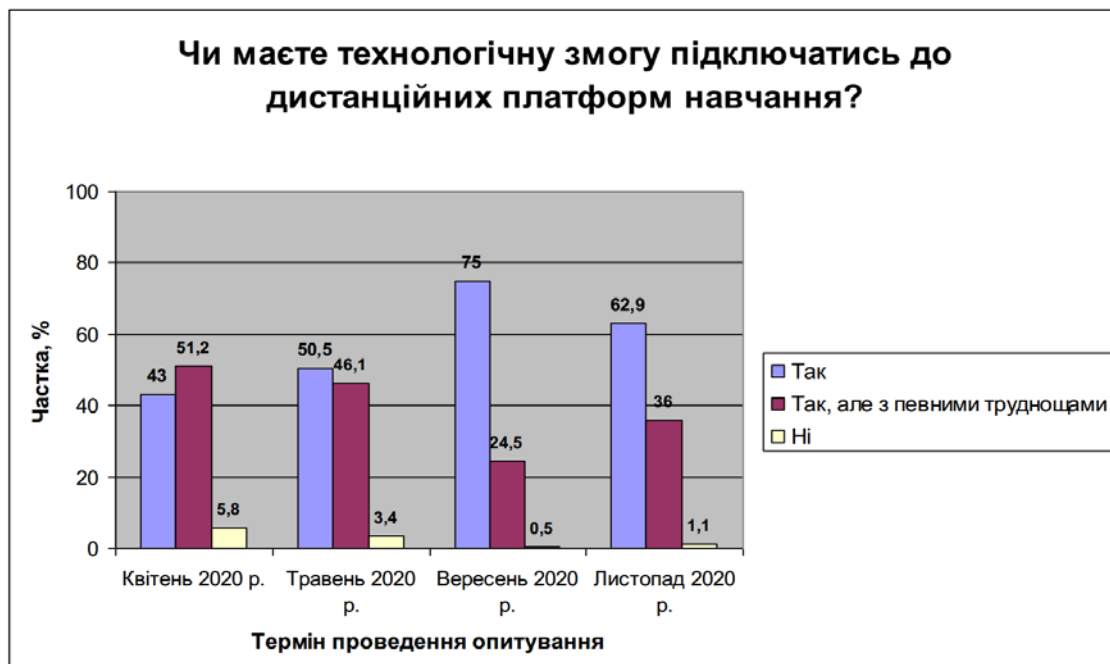


Рисунок 1.6 – Результати опитування студентів (фрагмент) [34]

Всі цифрові інструменти дозволяють реалізувати рівні таксономії Блума – запам'ятовування, розуміння, використовування, аналіз, оцінювання, створення в масштабах заняття, розвинути їх в подальшій самостійній роботі та на інших заняттях. Інформаційні технології разом з методиками викладання, особливо методом проєктного навчання, дозволяють студентам створити перший власний професійний проєкт. Такий проєкт може бути наскрізним для багатьох дисциплін, командним або індивідуальним. Він розвивається від простого до складного, від шаблону реалізації до власного авторського проєкту.

На рис. 1.7 подано сценарну модель для реалізації заняття з дисципліни «Основи програмної інженерії» за методикою проєктного

навчання, тема «Подання та реалізація проєкту за допомогою програмних засобів управління проєктами та ментальних карт».

Модель може бути реалізована в дистанційному або/і змішаному форматі). Така модель передбачає використання різноманітних цифрових інструментів систем управління навчанням та врахування сценарної моделі за гнучкістю в часі та рівнем якості інтернет-зв'язку.

<p>Постановка задачі (5 хв). Варіанти завдань проєкту (підготовлене відео) (10 хв), методичні вказівки (текст). Відповіді на питання (асинхронне відео). Робота команди в середовищі проєкту (самостійна робота). Рекомендації - підготовлене відео (5 хв.), Чат . Форум. Надіслані звіти . Контроль результатів - оцінки в електронному журналі. Тести.</p>	<p>Постановка задачі (5 хв). Варіанти завдань проєкту (відеоконференція) (10 хв), методичні вказівки (текст). Відповіді на питання (5 хв.). Контроль наявності учасників команд (5 хв.). Робота команди в середовищі проєкту (45 хв.). Контроль роботи команди (5 хв.), Чат . Синхронний діалог. Контроль результатів (5 хв. - одна команда).</p>
<p>Постановка задачі (5 хв). Варіанти завдань проєкту (підготовлене відео) (10 хв), методичні вказівки (текст). Відповіді на питання (асинхронне відео). Робота команди в середовищі проєкту за шаблонами (самостійна робота). Рекомендації - підготовлене відео (5 хв.), Чат . Форум. Надіслані звіти . Контроль результатів - оцінки в електронному журналі. Тести.</p>	<p>Постановка задачі (підготовлене відео - 5 хв). Варіанти завдань проєкту (відеоконференція) (10 хв), методичні вказівки (текст). Робота команди в середовищі проєкту (45 хв.). Чат . Групове перехресне оцінювання звітів з роботи. Тести.</p>

Рисунок 1.7 – Модель використання інструментів проєктного навчання в змішаному форматі

Аналіз колеса Керрінгтона, що обрано за основу побудови сценарію онлайн заняття дозволяє деталізувати контурні моделі навчання на

основі цифрової платформи та розробити часовий сценарій активності студентів на онлайн лекції з активним зворотним зв'язком. На рис. 1.8 подано загальну сценарну модель.

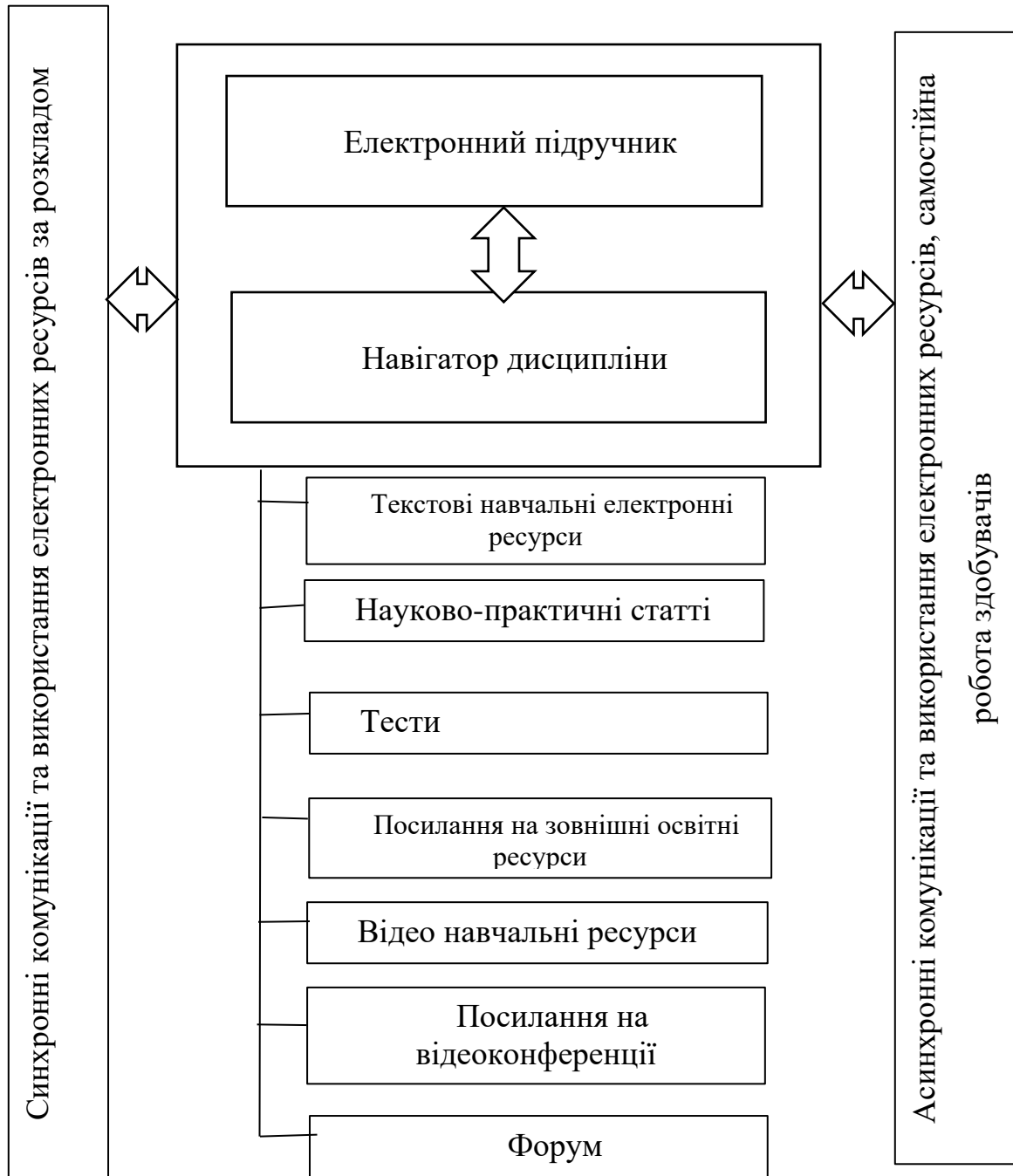


Рисунок 1.8 – Сценарна модель в форматі гнучкого змішаного навчання

Розглянута модель може бути реалізована викладачем в системі управління навчанням або за допомогою відкритих електронних ресурсів, наприклад Google Classroom.

Робота з великою кількістю студентів (потік від 70 чоловік) потребує допомоги асистента або лідерів-студентів в групі та динамічного переключення роботи лектора від монологу до активних дискусій після виконання мікрозавдань. Змішаний формат передбачає використання електронних ресурсів та закріплення результатів цифрового навчання офлайн. Запропоновані сценарії, моделі та методи можуть бути адаптовані до різних дисциплін та цільових студентських аудиторій.

Для реалізації ІТ-стратегії вищих рівнів необхідно дослідити процеси управління у вигляді системи дзеркал [7].

В умовах дистанційного навчання, комунікації також здійснюються за допомогою відеоконференцій. Вбудовані інструменти Google Workspace for Education дозволяють записувати відео лекції, використовувати загальний простір для колективної роботи з файлами, дають можливість працювати з електронними дошками, спеціальними застосунками, в малих групах. Все це дозволяє викладачу сформулювати власні сценарії для впровадження інформаційних технологій під час викладання певної дисципліни з урахуванням її особливостей.

Розглянемо основні профілі дзеркал в ЕСЕУ. Дзеркалом-моніторингом поточного стану є результати діяльності викладача та студентів, зокрема:

- науково-методичний профіль викладача – рейтинг доступу до електронних ресурсів;
- індекси цитування – активність в інформаційному електронному освітньому середовищі;
- освітній профіль студента – електронний індивідуальний навчальний план;

рівень активності в інформаційному електронному освітньому середовищі навчання (зокрема результати тестування).

В таблиці 1.5 наведено види діяльності викладача та їх відповідність модулям системи JetIQ VNTU.

Таблиця 1.5 – Види діяльності викладача та охоплення їх в системі JetIQ

Види діяльності	Модуль системи JetIQ	Можливості для викладача
Освітній процес	Розклад	Динамічний моніторинг власного розкладу з ПК та мобільного застосунку, розкладу колег, студентських груп, знаходження вільних аудиторій.
	Файловий архів	Можливість зберігати в системі відео-, аудіо подкасти та електронні ресурси великого обсягу; надавати доступ до використання електронних ресурсів.
	Персональний репозиторій	Можливість зберігати методичні електронні ресурси для проведення всіх видів занять та надавати доступ до їх використання; швидкої публікації, експорт-імпорт електронних ресурсів.
	Навігатор навчальних ресурсів	Можливість структурувати та надавати студентам різноманітні електронні ресурси для вивчення навчальної дисципліни.
	TestIQ-майстер	Можливість створення тестів та проведення тестового поточного та підсумкового контролю.
	Електронні книги та електронні посібники	Можливість створення та використання електронних книг, включення посилань на них в навігаторі дисципліни.
	Електронний журнал	Можливість контролю успішності студентів.
	Комунікації	Можливості внутрішніх комунікацій студент-викладач, група-викладач; викладач-група; викладач-студент; студент-студент; викладач-викладач.
Науково-методична діяльність	Персональний репозиторій	Можливість зберігати та використовувати методичні електронні ресурси. Автоматизоване формування звіту викладача щодо опублікованих в репозиторії науково-методичного відділу методичних розробок.
Наукова діяльність	Персональний репозиторій	Можливість зберігати та використовувати наукові електронні ресурси. Автоматизоване формування звіту викладача щодо опублікованих в репозиторії наукових праць.
Діяльність куратора	Електронний деканат	Моніторинг успішності навчання та відвідування студентами занять.
Всі види діяльності	Комунікації	Можливості внутрішніх комунікацій студент-викладач, група-викладач; викладач-група; викладач-студент; студент-студент; викладач-викладач.

Стратегічними показниками розвитку університету є рівень надання освітніх послуг. Він може бути вимірний рівнем працевлаштування випускників, середнім балом за додатком до диплому, кількістю дипломів з відзнакою, кількістю перемог на конкурсах та олімпіадах, а також результатами акредитацій. Модель віддзеркалення діяльності та фіксації основних показників сформована на прикладі удосконаленої та узагальненої моделі Ісікави (рис. 1.9) [35].

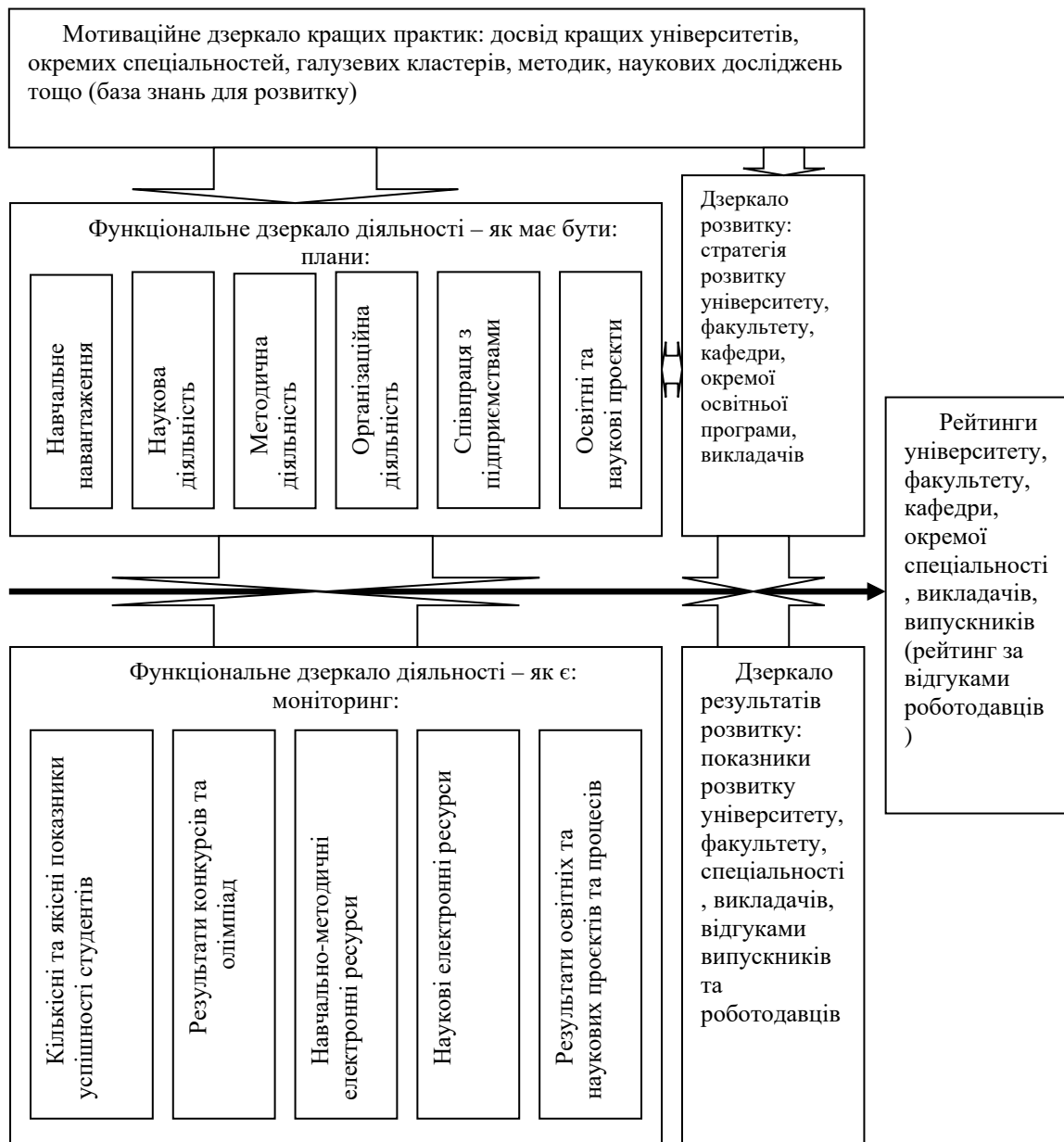


Рисунок 1.9 – Концепція дзеркал системи моніторингу діяльності викладачів на прикладі узагальненої моделі Ісікави

Наявні інструменти щодо розвитку баз знань освітніх дисциплін, наукового репозиторію університету, взаємодій між учасниками електронного інформаційного освітнього середовища дозволяють учасникам мати друге дзеркало. Це дзеркало розвитку певних напрямів діяльності, яке працює як мотивувальний механізм, зокрема результати гейміфікації, тестування.

Важливим сервісом для розвитку є також професійна спільнота викладачів та студентів, особисті блоги, вебінари, дискусійні обговорення тощо.

Моделювання освітнього електронного середовища базується на визначенні процесів та результатів діяльності віх учасників, зокрема – викладачів, студентів, адміністративного персоналу.

Адміністративні процеси деканату – формування зведених таблиць успішності здобувачів, визначення боржників, списків для подання на стипендію, переведення, відрахування.

Адміністративні процеси управління – формування та публікація розпорядчих документів, підтримка системи документообігу, контроль показників щодо ліцензійних вимог, підвищення кваліфікації, наповнення вітрини силабусів, модулю управління освітніми програмами тощо.

Система JetIQ являє собою мікросервісну архітектуру, яка складається з ряду функціональних модулів [36;37].

Загальну схему інтегральної системи управління навчанням та підтримки методичної та управлінської діяльності, реалізованої авторами за різними технічними рішеннями в трьох університетах м. Вінниця подано на рис. 1.10.

Така модель містить інформацію щодо функціонального контуру, інтеграції з сервісами, які використовуються в комплексній багатоагентній системі, щодо фокусування на даних контролю та публічної інформації у вигляді зв'язків з офіційним сайтом університету, новин, об'яв в соціальних мережах, на зовнішніх сайтах підрозділів та кафедр, у зовнішніх репозиторіях.

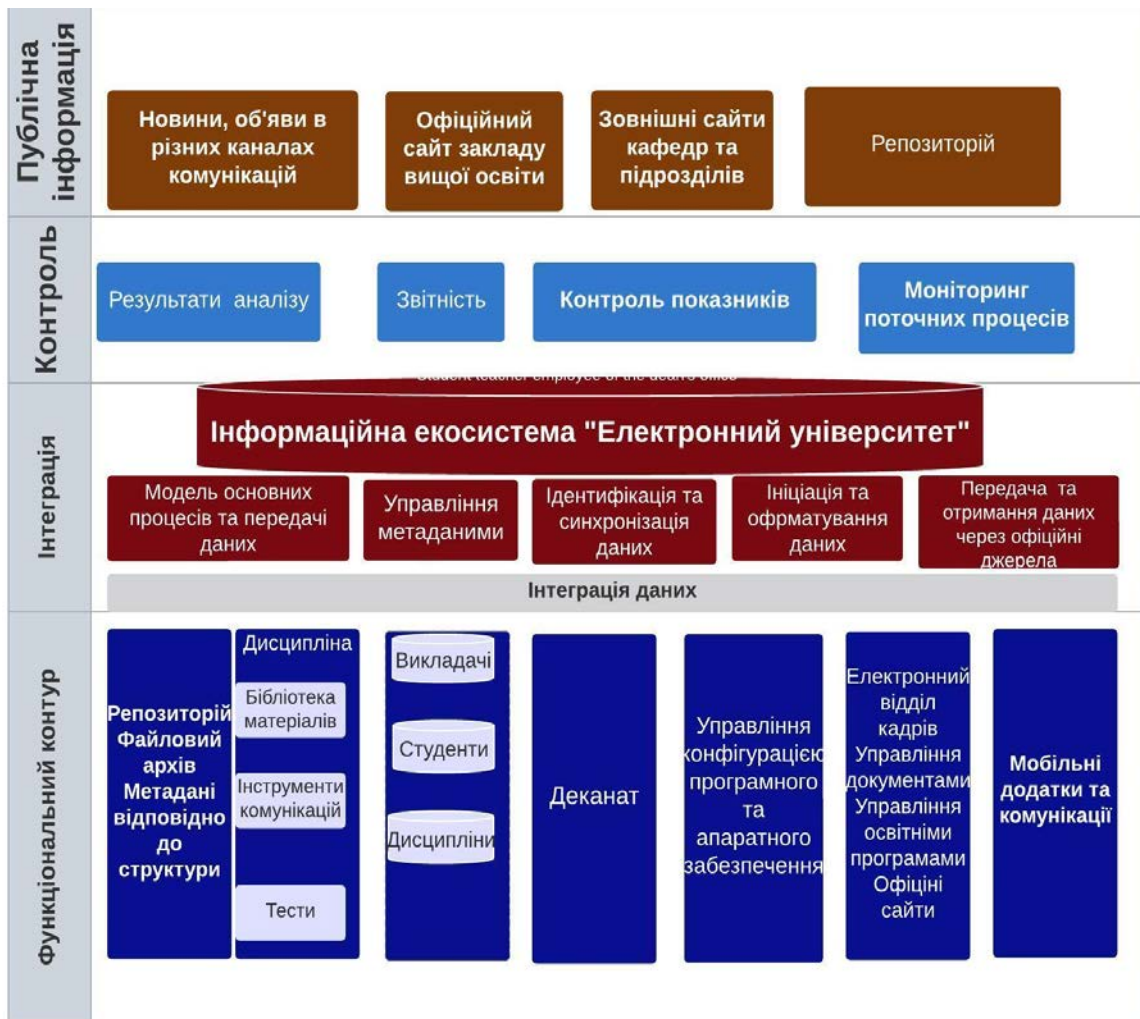


Рисунок 1.10 – Інтегральна системи управління навчанням та підтримки методичної та управлінської діяльності

Оцінювання ефективності екосистеми електронного університету може бути виконано на основі визначення показників зрілості [38; 39; 40]

Досвід авторів дозволяє проаналізувати три розробки такого освітнього середовища, яке запроваджено у навчальних закладах м. Вінниця [41; 42; 43].

В таблиці 1.6 подано складові та особливості освітнього середовища для систем Сократ (Вінницький національний аграрний університет); SEL (Вінницький торговельно-економічний інститут Київського державного торговельно-економічного університету); JetIQ (Вінницький національний технічний університет).



Таблиця 1.6 – Наявність основних модулів в системах управління навчанням, підтримки методичної та управлінської діяльності

Система/Програмні модулі	Кабінет студента	Кабінет викладача	Система документообігу	Звітність наукової діяльності	Звітність методичної діяльності	Система комунікацій	Розклад	Мобільні застосунки
Сократ	+	+	+/-	+	+	+	+	-
SEL	+/-	+	+	+	+/-	+	+/-	-
JetIQ	+	+	+/-	+	+	+	+	+

Так, Вінницький національний аграрний університет та Вінницький торговельно-економічний інститут використовують спеціальні програмні модулі формування розкладу, які можуть бути вбудовані в освітнє середовище. Кожен із закладів має наукові репозиторії; а також кабінети викладача та студента для комунікацій, надання доступу до інформаційних ресурсів. Система внутрішнього документообігу запроваджена тільки у Вінницькому торговельно-економічному інституті, хоча такі модулі присутні в усіх закладах. Апаратна частина організації внутрішнього освітнього інформаційного середовища базується на наявності потужних серверів, копіюванні та резервуванні інформації. Відповідальність за достовірність оцінок несе викладач. А списки груп формуються деканатом та перевіряються під час передачі інформації в систему ЄДЕБО (інтеграція таких модулів виконана тільки в системі JetIQ), достовірність цієї інформації підтверджують методисти деканатів та системи якості освіти.

Потреба в оцінюванні зрілості системи управління навчанням та підтримки управлінських процесів виникає у розробників та менеджменту закладу вищої освіти для того щоб переконатись, що створена ефективна система управління освітніми та управлінськими процесами, яка дозволяє працювати в єдиному електронному

інформаційному середовищі, зручно здійснювати основні функції менеджменту: планування, мотивацію, організації, моніторинг та контроль, а також організацію та контроль безпосередньо процесу навчання. Об'єктом автоматизації та вимірювання рівня зрілості автоматизації процесів виступає заклад вищої освіти, його система управління, різноманітні підсистеми. Рівень зрілості системи дозволяє виявити параметри для визначення рівня розвитку; процеси, які потребують змін, процеси, які взагалі не автоматизовані або/і не подані в електронному інформаційному середовищі. Крім того, процедура діагностики зрілості може допомогти зрозуміти поточний рівень розвитку практичних управлінських задач та визначити шляхи їх розвитку. Оцінювання зрілості автоматизації окремих процесів, процедур або програмних модулів системи також має свій сенс. Але така діагностика не може бути представлена як середнє значення рівня зрілості кожного окремого підпроцесу.

Першим етапом визначення рівня зрілості системи управління є формування реєстрів процесів, які будуть оцінюватись та інформації, що визначає критерії оцінювання. Серед них:

- Реєстр процесів системи управління навчанням.
- Реєстр управлінських процесів.
- Реєстр автоматизованих процесів системи управління навчанням.
- Реєстр автоматизованих управлінських процесів.
- Власники та учасники процесів.
- Реєстр процесів інтеграції з внутрішніми інформаційними системами.
- Реєстр автоматизованих процесів інтеграції з внутрішніми інформаційними системами.
- Реєстр процесів інтеграції із зовнішніми інформаційними системами.

Важливим аспектом є наявність ІТ-стратегії розвитку закладу. На жаль, не один із закладів, в якому були впроваджені інтеграційні системи, не має такого документа. Але є Положення про дистанційну освіту і автоматизовані освітні процеси. Всі освітні процеси, що мають вплив на результати якості навчання та роботи навчального закладу, мають своїх власників, які несуть відповідальність за перевірку та

передачу інформації. Так, наприклад, аркуші електронного журналу, екзаменаційні електронні відомості заповнюються викладачем через власний кабінет.

Загальний підхід до переходу від існуючого стану розвитку системи управління навчанням та підтримки управлінських процесів до більш високого рівня зрілості системи можна подати за схемою визначення проблем, наслідків, інструментів усунення наслідків та негативних емоцій.

1. Група функціональних процесів управління навчанням студент-викладач

- 1.1 Процеси надання доступу до інформаційних ресурсів;
- 1.2 Реєстр автоматизованих процесів інтеграції із зовнішнім інформаційними системами
- 1.3 Наявність інструкцій користувача по роботі з автоматизованими процесами
- 1.4 Процеси надання доступу до тестів;
- 1.5 Процеси надання доступу до результатів навчання;
- 1.6 Комунікаційні процеси.

2. Група функціональних процесів електронного деканату.

3. Група функціональних процесів формування звітності.

4. Група функціональних процесів загальної системи комунікацій.

5. Група процесів інтеграції із зовнішніми ресурсами.

6. Група функціональних процесів системи документообігу.

7. Процеси для емоціонального контуру інформаційного освітнього середовища.

8. Процеси брендового представлення закладу у зовнішніх ресурсах.

9. Процеси розвитку інтеграції з мобільними застосунками.

Загальна формула оцінювання за кожною групою може бути записана як

$$X_j = \sum_{i=1}^N (Y_i * W_i) , \quad (1.3)$$

де  $X_j$  – рівень зрілості за групою процесів;

$Y_i$  – оцінювання наявності автоматизованого процесу (0 – немає; 1 – є);

$W_i$  – оцінювання рівня автоматизації процесу за технічними можливостями і запитами користувачів за 10-бальною системою;  
 $N$  – кількість процесів в групі.

$$Z = \sum_{j=1}^M X_j * K, \quad (1.4)$$

де враховується коефіцієнт нерівномірності за групами процесів, який може бути поданий як

$$K = \left(1 - \frac{\sqrt{\frac{\sum_{j=1}^M (X_j - \bar{X})^2}{(M-1)}}}{\sum_{j=1}^M (X_j)}\right), \quad (1.5)$$

де  $M$  – кількість груп процесів.

В таблиці 1.7 подано шкалу оцінювання рівня зрілості інформаційної екосистеми «Електронний університет».

Було прийнято шкалу оцінювання рівня зрілості інтеграційної системи за умови використання 9-ти груп автоматизованих процесів від рівня «дуже низький» до «зразковий».

Відповідно до отриманої комплексної оцінки рівня зрілості інформаційної екосистеми «Електронний університет» можна зробити висновки щодо подальшого розвитку в напрямку автоматизації процесів та покращення комунікацій.

Таблиця 1.7 – Шкала оцінювання рівня зрілості екосистеми «Електронний університет»

0-25	Дуже низький
26-35	Низький
36-45	Середній
46-60	Вище середнього
61-75	Достатньо високий
76-80	Високий
81-90	Зразковий

Результати розрахунків для інформаційних екосистем двох закладів вищої освіти подано в таблиці 1.8

Таблиця 1.8 – Результати розрахунків для систем SEL та JetQ

Рівень зрілості	SEL	JetQ
З урахуванням коефіцієнта нерівномірності	34	48
Без урахування коефіцієнта нерівномірності	36,75	50

Отже рівень зрілості системи JetIQ вище середнього, інтеграційної системи SEL – рівень середній, але нерівномірний.

Оцінювання рівня зрілості двох систем управління навчання та підтримки управлінських процесів SEL та JetIQ свідчать про різні підходи та проблеми у розвитку систем. Так, в системі SEL основою комунікацій є модуль діловодства, бази даних якого також використовуються для кабінету викладача. Але комунікації за дисциплінами та безпосередньо процес навчання здійснюється в підсистемі Moodle. Система JetIQ має більш розвинуті модулі – Студентська, Викладацька, мобільні додатки, інтеграції із зовнішніми ресурсами та ЄДЕБО, але не запроваджена система документообігу.

Реалізація інформаційної екосистеми «Електронний університет» за допомогою мікросервісних модулів дозволяє сформувати комплексне електронне інформаційне середовище, в якому кожен з користувачів може працювати з необхідною йому інформацією, оптимізуючи основні процеси навчання, викладання, управління, підтримки методичної та наукової діяльності. Основні принципи роботи інформаційної системи, віддзеркалення інформаційних процесів реалізуються в практичній площині відповідно до особливостей організації освітнього процесу та управління в кожному окремо визначеному університеті. Можливо формування інтегрального простору обміну навчальними курсами, формування відкритих дистанційних міжуніверситетських курсів. Але інформаційна екосистема «Електронний університет» сфокусована на внутрішнє використання та аудит відповідно до показників менеджменту якості

діяльності університету. Саме тому розвиток мікросервісної інформаційної екосистеми «Електронний університет» є основою ІТ-стратегії університету, яка реалізується на рівні загального управління університетом, факультетами, кафедрами, підрозділами, а також в площині реалізації освітніх програм, окремих дисциплін, лекційних та практичних занять. Оцінювання результатів реалізації інформаційної системи здійснюється за вимірюванням рівня автоматизації процесів, зрілості системи та за відгуками користувачів за кожним напрямом діяльності.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ДО РОЗДІЛУ 1

1. How do you create a digital university. URL: <https://www.theguardian.com/higher-education-network/2017/jun/29/how--do-you-create-a-digital-university><http://www.smartinsights.com/marketplace-analysis/customer-analysis/webdesign-personas/>.
2. Кухаренко В. М. Сучасний електронний університет та змішане навчання. *Сучасні інформаційні технології в дистанційній освіті: матеріали V Всеукраїнського науково-практичного семінару* (м. Івано-Франківськ, 25-26 травня 2017 р. / Івано-Франківськ: ПП «ФотоПринтСтудія», 2017. С. 22-24.
3. Wendy W., Porter Charles R., Graham Kristian A., Spring Kyle R. Welch Blended learning in higher education. *Institutional adoption and implementation Computers & Education*. Volume 75. 2014. P. 185-195
4. Кветний Р, Паламарчук Є., Бісікало О. Задачі електронної освіти України та пропозиції щодо її розвитку. *Інтернет-Освіта-Наука-2020: матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції ІОН-2020, 26-29 травня, 2020 р./* Вінниця: ВНТУ, 2020. С. 230-231. URL: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/30039>
5. Коваленко О. О., Паламарчук Є. А. Концепція створення електронного університету для закладу вищої освіти. *Інтернет-Освіта-Наука-2018: матеріали Одинадцятої міжнародної науково-практичної конференції. 22.05.2018 р./* Вінниця: ВНТУ, 2018. С. 280 - 283. URL :<https://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/22608>
6. Кветний Р. Н. Проблеми ефективної організації університетської освіти в ІТ галузі. *Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія*. 2017. № 2. С. 20-22. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Itki\\_2017\\_2\\_5](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Itki_2017_2_5).

7. Kovalenko O. General Model of the electronic information environment, based on the mirrors concept, *Works of VNTU*, no. 4, Nov. 2019. DOI: <https://doi.org/10.31649/2307-5392-2019-4-17-25>

8. Теорія та практика змішаного навчання : монографія / за ред. В. М. Кухаренко. Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". Харків: Міськдрук, 2016. 284 с.

9. Паламарчук Є., Коваленко О. Використання інструментів багатоагентних систем у дистанційних формах навчання. Сценарії, моделі та методи. *Контроль і управління в складних системах: матеріали XV міжнародної конференції КУСС-2020*, м. Вінниця, 8-10 жовтня 2020 р. / Вінниця: ВНТУ, 2020. URL: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/30617>

10. Кветний, Р. Н., Паламарчук, Є. А., Бісікало, О. В., Коваленко, О. О. Концепція сучасного університету на основі інструментів електронної екосистеми управління освітніми процесами JETIQ ВНТУ: Наукова доповідь загальним зборам НАПН України «Науково-методичне забезпечення цифровізації освіти України: стан, проблеми, перспективи», 18 листопада 2022 р. *Вісник Національної академії педагогічних наук України*, 4(2), 2022. С. 1 -7. URL: <https://doi.org/10.37472/v.naes.2022.42>

11. Екстрене дистанційне навчання в Україні: Монографія / За ред. В.М. Кухаренка, В.В. Бондаренка. Харків: Вид-во КП «Міська друкарня», 2020. 409 с.

12. Бісікало О. В., Кветний Р. Н., Паламарчук Є. А. Особливості організації дистанційного навчання та керування навчальним процесом в умовах пандемії коронавірусу з застосуванням системи JetIQ. *Л науково-технічна конференція підрозділів ВНТУ: матеріали L науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ*, Вінниця, 10-12 березня 2021 р./ Вінниця: ВНТУ, 2021. URL:



<https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fksa/all-fksa-2021/paper/view/1164>.

13. 10 Drivers of Blended Learning in Education URL: <https://www.teachthought.com/learning/10-drivers-of-blended-learning-in-education/>.

14. Morze N., Smyrnova-Trybulska E., Glazunova O. Design of a University Learning Environment for SMART Education. *Smart Technology Applications in Business Environments*. 2017. P. 28-32. URL: <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-2492-2.ch011>.

15. Гагарін О. О., Титенко С. В. Дослідження і аналіз методів та моделей інтелектуальних систем безперервного навчання. *Наукові вісті НТУУ "КПІ"*. 2007. Т. 6(56). С. 37–48. URL: <https://discovery.kpi.ua/Record/000288571>

16. Коваленко О. О. Інтегроване освітнє електронне середовище університету. *Інноваційні комп'ютерні технології у вищій школі: Матеріали 11-ї науково-практичної конференції*. м. Львів, 20-22 листопада 2019 року. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2019. С. 36-41.

17. Kukhareno V. N. MOOCs: an insider's perspective on a novel educational method with historical, organizational, participatory, and evaluative aspects. *Educational Dimension*. 2023? Vol 9. DOI: <https://doi.org/10.31812/ed.610>

18. Senge P.M. *The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization*. Doubleday/Currency, New York, NY, 2006. 378 p.

19. Жежнич П. Освітнє комунікаційне середовище в інформаційному просторі ВНЗ. *Інформація, комунікація, суспільство 2016: матеріали 5-ї Міжнародної наукової конференції ICS-2016 (Львів, 19-21 травня 2016 року)*. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2016. С. 68–69.

20. Information ecosystem in transition: a case study from myanmar How to inform, empower, and impact commun. URL: [https://internews.org/sites/default/files/resources/Internews\\_20140930\\_MYANMAR.pdf](https://internews.org/sites/default/files/resources/Internews_20140930_MYANMAR.pdf)

21. Коваленко О. О. Розвиток інформаційних екосистем. *Науково-технічна конференція підрозділів Вінницького національного технічного університету*: матеріали конференції «L Науково-технічна конференція підрозділів Вінницького національного технічного університету, 2021 р./ Вінниця: ВНТУ, 2021. С. 761-764. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/allvntu/index/pages/view/zbirn2021>

22. Nguyen Lan Thi and Kulthida Tuamsuk Digital learning ecosystem at educational institutions: A content analysis of scholarly discourse. URL: <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/2331186X.2022.2111033?needAccess=true>

23. Kvyetnyy R., Bisikalo O., Palamarchuk Ye, Storchak V. JetIQ electronic ecosystem at the service of the university in the country that has undergone armed aggression. *Problems and Perspectives in Management*. 2023. Vol. 21, Issue 2(spec. issue). P. 52-60. DOI: [http://dx.doi.org/10.21511/ppm.21\(2-si\).2023.07](http://dx.doi.org/10.21511/ppm.21(2-si).2023.07).

24. Ugaz Max, Alva Bernuy Augusto Model for Effective Collaborative Learning in Virtual Worlds with Intelligent Agents Handbook of Research on Interactive Information *Quality in Expanding Social Network Communications*. 2015. DOI: 10.4018

25. IT strategy - corporate and information services, the university of York. University of York. URL: <https://www.york.ac.uk/it-services/>

26. Коваленко О. О. Взаємовплив стратегій розвитку навчального закладу та його інформаційного середовища. *Інтернет-Освіта\_Наука\_2010*: матеріали міжнародної конференції Інтернет-

Освіта\_Наука-2010, м. Вінниця, жовтень 2010 р. / Вінниця:ВНТУ, 2010.С. 143–150.

27. Palamarchuk Y., Zamkova N., Novytsky R. and Kovalenko O. IT strategies for the development of higher educational institutions. *International Conference on Computer Sciences and Information Technologies: 17th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT)*, Lviv, Ukraine, 2022./ IEEE, 2022. pp. 270-273, doi: 10.1109/CSIT56902.2022.10000458.

28. Definition of IT Strategy - Gartner Information Technology Glossary. Gartner. URL: <https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/it-strategy>

29. Saaty Thomas L. *Mathematical Principles of Decision Making (Principia Mathematica Decernendi)*. RWS Publications. 2013. 478 p.

30. Carrington, A. The Padagogy Wheel. English V5. (2016, September 3). URL: [https://designingoutcomes.com/assets/PadWheelV5/PW\\_ENG\\_V5.0\\_Android\\_SCREEN.pdf](https://designingoutcomes.com/assets/PadWheelV5/PW_ENG_V5.0_Android_SCREEN.pdf)

31. Zosym Maxym Bloom's Taxonomy of Educational Objectives. URL: <https://www.maxzosim.com/blooms-taxonomy-of-educational-objectives/>

32. Коваленко О. О., Мельник Є. О. Особливості використання інструментів змішаного навчання в дисципліні «Комп'ютерні мережі в системах управління». *Науково-технічна конференція підрозділів Вінницького національного технічного університету: матеріали XLVI НТКП ВНТУ 2017.* / Вінниця: ВНТУ, 2017. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fksa/all-fksa-2017/paper/view/3110>

33. Stanford Daniel IDD blog: Instructional Design Tips, Advice, & Trends for Online & Distance Learning. Educational Technology and Online Course Design Help. URL: <https://www.iddblog.org/author/dstanfo2/>

34. Слободянюк А. В. Технологія соціологічного дослідження задоволеності здобувачів ВНТУ вищої освіти якістю освітнього процесу. *Науково-технічна конференція підрозділів Вінницького національного технічного університету*: матеріали XLIX науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 27-28 квітня 2020 р./ Вінниця. 2020. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-hum/all-hum-2020/paper/view/9937>.

35. Коваленко О. О., Денисюк А. В., Остапів Д. В. Моделі програмного забезпечення системи обліку та моніторингу результатів діяльності працівників. *Вісник Хмельницького національного університету. Серія "Технічні науки"*. Хмельницький, 2018. № 2(259). С. 216 -221. URL:<http://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/19987>

36. Паламарчук Є. А. Архітектура електронних навчальних систем *Оптоелектронні інформаційно-енергетичні технології*. 2020. № 1. С. 78-92.

37. Грабко В. В., Романюк О. Н., Бісікало О. В., Боцула М. П., Паламарчук Є. А., Коваленко О. О. Комп'ютерна програма «Система інтеграції електронних ресурсів вищого навчального закладу «Інтегровані електронні ресурси ВНТУ JetIQ («ІЕР ВНТУ JetIQ»)). Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 72970 UA. (Україна); Міністерство економічного розвитку і торгівлі України. Дата реєстрації 20.07.2017 р. URL: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/19302>

38. Proença Diogo and Borbinha José . Maturity Models for Information Systems - A State of the Art. *Procedia Computer Science*. 2016, 100. P. 1042-1049. URL: [10.1016/j.procs.2016.09.279](https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.09.279).

39. Carvalho J., Pereira Rui H. and Rocha A. A Comparative Study on Maturity Models for Information Systems in Higher Education Institutions. URL:[10.1007/978-3-030-02351-5\\_19](https://doi.org/10.1007/978-3-030-02351-5_19).

40. Kovalenko O., Palamarchuk Y. and Yatskovska R. Assessing the level of maturity of the automated management system of a higher education institution. *International Conference on Computer Sciences and Information Technologies: 16th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT)*, Lviv, Ukraine, 2021 / IEEE, 2021. pp. 167 -172, DOI: 10.1109/CSIT52700.2021.9648663.

41. JetIQ VNTU. Система управління освітнім процесом, підтримки методикою, науковою та управлінською діяльністю Вінницького національного технічного університету. URL:<https://jetiq.vntu.edu.ua/>

42. Сократ. Електронна система управління ВНЗ. ВНАУ. URL:<http://socrates.vsau.org/index.php/ua/>

43. SEL VTEI. Smart Electronic Learning Автоматизована система управління закладом вищої освіти URL:<https://sel.vtei.edu.ua>

## 2. МОДЕЛЬ ОБРАЗНОГО КОНТЕНТУ ОСВІТНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

### 2.1 Постановка задачі моделювання

Контент освітнього середовища (ОС) зазвичай розглядається як відносно стала множина різної форми навчальних об'єктів (текстових, мультимедійних, навігаційних, програмних тощо), які мають помітну прив'язку до певної предметної області. Для уніфікованої формалізації всіх відомих форм та форматів (контейнерів) навчальних об'єктів застосуємо модель асоціативного образного мислення людини [1]. Модель охоплює основні концепти мовленнєвої та пізнавальної діяльності людини, які знаходяться у відношенні окреме–загальне, але з усіх відомих форм навчальних об'єктів основний наголос моделювання спрямовано на природно-мовний контент (ПМК) як найбільш універсальний об'єкт.

Для формалізації мети моделювання розглянемо визначення *сенсу* як ключового, на погляд, авторів концепту моделі. При цьому *сенсом у широкому значенні* будемо вважати визначену за мету пізнавальної діяльності людини деяку властивість вербальної інформації, закладеної у контейнер з навчальним контентом. Водночас *образний сенс* визначимо як чисельний параметр, в основу якого покладено міру співвідношення нових знань (вмінь, навичок) отримувача певної вербальної інформації до формальної одиниці сенсу [2]. За такого підходу результат розуміння сенсу-властивості, який може оцінити лише людина-експерт, полягатиме у визначенні на основі формальної процедури чисельної оцінки (вимірюванні) образного сенсу.

Вважатимемо, що для побудови моделі образного контенту освітнього середовища (ОКОС) маємо формалізувати:

- простір образного сенсу на основі відповідної одиниці сенсу;
- функціонал штучної системи, яку в подальшому будемо називати інфологічною (ІС) і яка відіграє роль абстрактної конструктивної моделі ОКОС.

Ефективність застосування будь-якого ОС можна оцінити підвищенням успішності здобувачів освіти (ЗО), що може бути вимірним як експертно, так і відомими статистичними методами. Ставимо за мету проектування ІС таке покращення успішності ЗО, яке отримано завдяки вищій якості контенту ОС на основі поняття образного сенсу. Водночас бажаною умовою має бути відповідність елементів ОКООС найбільш поширеному у дистанційній освіті стандарту SCORM. У цьому разі функції адміністрування контентом може забезпечити будь-яке з популярних та поширених в навчальних закладах середовищ з розвинутим рядом програмних можливостей (Moodle, Lotus Learning, Прометей, e-Learning Server тощо).

Функціональні вимоги до моделі ОКООС будуватимемо на основі аналізу широкого кола семантико-залежних задач, актуальних для електронного навчання, комп'ютерної лінгвістики та інших споріднених предметних областей. З цією метою визначимо функції та можливості ІС, які дозволять стверджувати про певну якість «розуміння» цією системою освітнього контенту за такими функціональними групами:

- підтримка діалогу;
- лінгвістичні можливості;
- дидактичні можливості;
- додаткові сервісні можливості (пошук/переклад тощо).

Діалог природною мовою вважається універсальним засобом перевірки штучної системи на інтелектуальність, про що свідчить загальновідомий тест Тьюрінга [3]. Останніми роками результати масштабного навчання нейронних моделей ШІ на велетенських обсягах текстів привели до значного прогресу у цій області та появи відповідних моделей LLM (Large Language Model) й інформаційних технологій. Найбільш відомим з цієї когорти є ChatGPT – продукт компанії OpenAI, який разом зі своїми аналогами-конкурентами демонструє підтримку універсального діалогу багатьма мовами, зокрема українською, за помітно «неглибокого» рівня подання змістовного контенту відповідей [4]. На погляд авторів, таке, у більшості випадків, поверхнєве «розуміння» ПМК є результатом

насамперед «механічної компіляції» нейронними моделями обраних для глибокого навчання текстів [5].

Проте закладена ChatGPT та іншими LLM «планка здатності» підтримувати універсальний діалог вже не може бути знижена. У цьому випадку дійсно важливо, щоб ІС ефективно підтримувала діалог у межах навчальних об'єктів власного ОКОС, насамперед з метою забезпечення пізнавального процесу тих ЗО, які навчаються саме у цій системі.

Можливості сучасних прикладних продуктів комп'ютерної лінгвістики привчили користувачів до високої культури обробки текстової інформації, наприклад, у вигляді перевірки орфографії, синтаксису тощо. Тому розуміння сенсу ПМК має базуватися на вже відомих напрацюваннях, зокрема модель ОКОС має розрізняти правильно побудовані слова (за морфологічними правилами) та речення (за синтаксичними правилами) обраної мови. Окрім того важливою функцією, наприклад, для аналізу відповідей ЗО у відкритих тестах, є здатність ОС визначати однаковий або близький сенс у перефразованих печеннях.

До розуміння сенсу ПМК безумовно мають відношення специфічні для пізнавального процесу особливості цього контенту. Насамперед йде мова про підтримку основних дидактичних можливостей ОС з належною якістю, зокрема:

- презентація навчального матеріалу (знань) ЗО;
- тренування здобувачів освіти з метою оволодіння навичками, що закладені у навчальну програму певного курсу;
- оцінювання як проміжних, так і кінцевих результатів пізнавальної діяльності ЗО.

Про якість розуміння сенсу ЕК також свідчить низка функцій штучної системи, наведених в таблиці 2.1 у вигляді додаткових сервісних можливостей підтримки освітнього процесу, пошуку, перекладу та застосування мультимедійних об'єктів.



Таблиця 2.1 – Додаткові можливості інфологічної системи

Ч.ч.	Назва функціональної можливості	Особливості/обмеження
1)	Оцінювання знань студента	Забезпечується оцінка за обраною шкалою
2)	Самовдосконалення бази знань ІС	Забезпечується удосконалення бази знань на основі оброблення нових навчальних текстів
3)	Побудова алгоритмів адаптивного навчання	Забезпечується реакція на дії студента у вигляді зміни його траєкторії навчання
4)	Генерація повідомлень щодо стану та потреб системи	Застосовується сценарне оброблення значимих подій навчальної системи
5)	Розуміння сенсу мультимедійних об'єктів	В ОКОС розрізняються мультимедійні об'єкти, визначається їхня роль
6)	Пошук за маскою слів	Результати пошуку повністю відповідають словам з маски
7)	Пошук з урахуванням правил морфології та синтаксису	Результати пошуку розширюють сукупність слів з маски морфологічно і синтаксично правильними словами та словосполученнями
8)	Семантичний пошук	Результати пошуку релевантні сукупності слів з маски за змістом
9)	Багатомовність	Забезпечується застосування природно-мовних конструкцій на різних мовах

Як і розглянуті вище функції з категорій підтримки діалогу, лінгвістичних та дидактичних можливостей, наведені у таблиці 2.1 додаткові функції будемо вважати такими, що задають вимоги під час проєктування інфологічної системи.

Отже, обґрунтовано постановку задачі моделювання ОКОС на основі визначення концептуальних понять сенсу у широкому значенні та образного сенсу з подальшою формалізацією простору образного сенсу через відповідну одиницю сенсу. Для реалізації моделі ОКОС у вигляді інфологічної системи визначено вимоги за 4-ма групами функціональних можливостей відомих конструктивних моделей ОС.

## 2.2 Концептуальні поняття інфологічної системи та онтогенетичного принципу її побудови

Для досягнення мети дослідження розглянемо концептуальне розширення понять так званого інфологічного підходу. Сам термін було запозичено з теорії баз даних, де під інфологічним рівнем розуміється інформаційно-логічна модель предметної області, з якої виключено надлишковість даних, а, натомість, відображено інформаційні особливості об'єкта управління [6]. Інфологічне подання даних не враховує особливості та специфіку конкретної СУБД, а орієнтовано, насамперед, на людину, яка проектує або використовує базу даних. Інфологічне проектування покликане виключити аномалії та протиріччя зовнішнього опису даних, такі як дублювання, надлишковість та непогодженість елементів даних. Отже, інфологічна модель є засобом структуризації предметної області і деталізації концептуальних понять семантики даних. Вперше застосування інфологічного підходу до кібернетичного аналізу образного мислення запропоновано у [7].

**Поняття інфологічної системи.** Визначимо клас ІС, як окремий випадок більш загального класу кібернетичних систем, що орієнтований на моделювання образної основи психічної діяльності людини. Будемо вважати, що основні відмінності між кібернетичною системою та ІС полягають в такому:

1. Кібернетичне дослідження спрямоване на управління системою, а інфологічне – на логіку взаємодії інформаційних потоків (зокрема образного контенту) системи.

2. Обов'язкова присутність в кібернетичній системі об'єкта управління надає можливість:

- 1) дослідження об'єкта управління за допомогою моделі «чорного ящика»;
- 2) введення поняття зворотного зв'язку;
- 3) формалізації зовнішніх критеріїв за кінцевими результатами об'єкта управління.

В ІС принципово немає зовнішнього об'єкта управління, натомість:

- 1) «чорним ящиком» слугує весь навколишній світ;

- 2) критеріями потрібно вважати виключно внутрішні параметри, насамперед пов'язані з поняттями мотивів (потреб), емоцій, рефлексії та асоціативної мережі образів (АМО) як головного когнітивного ресурсу бази знань людини [1];
- 3) діалог та інші форми мовленнєвої діяльності можуть розглядатися як результат взаємодії двох чи декількох схожих інфологічних систем.

Розглянемо систему  $S$ , яку в подальшому будемо називати інфологічною, з погляду суттєвих процесів її функціонування [8]. Нехай  $S$  здатна розпізнавати образи з нескінченної множини  $I = \{i_1, i_2, \dots, i_n, \dots\}$  аналогічно тому, як людина розпізнає гештальт [2]. Вважатимемо, що ІС сприймає асоціативні зв'язки між парами образів як елементи множини  $\omega \in \Omega$ , де  $\Omega \subseteq I \times I$  – довільна множина (простір) упорядкованих (асоціативних) пар. Для визначення образної конструкції (ОК) застосуємо поняття  $\mathbf{F}$  – сигма-алгебри ( $\sigma$ -алгебри) підмножин з  $\Omega$ . Далі будемо вважати ОК будь-яку підмножину  $\gamma \subseteq \Omega$ , що має властивість  $\gamma \in \mathbf{F}$ . Якщо, згідно з властивостями  $\sigma$ -алгебри [9], множини  $A, B \in \mathbf{F}$ , то об'єднання, перетин і різниця  $A$  та  $B$  у теоретико-множинному сенсі також належать  $\mathbf{F}$ .

Припустимо, що система  $S$  обмінюється інформацією із зовнішнім світом як чорним ящиком виключно у вигляді ОК, з яких розрізняють послідовність входних подій  $X = \{x_1, x_2, \dots\}$  та множину образних реакцій системи  $Y = \{y_1, y_2, \dots\}$ , причому  $x_i \in \mathbf{F}$ ,  $y_i \in \mathbf{F}$ . На рисунку 2.1 зображено схему інфологічної моделі психічної діяльності людини, до складу якої входять зовнішній «чорний ящик» та внутрішня інфологічна система, на вхід якої неперервно подається множина образів подій у вигляді потоку  $X$ .

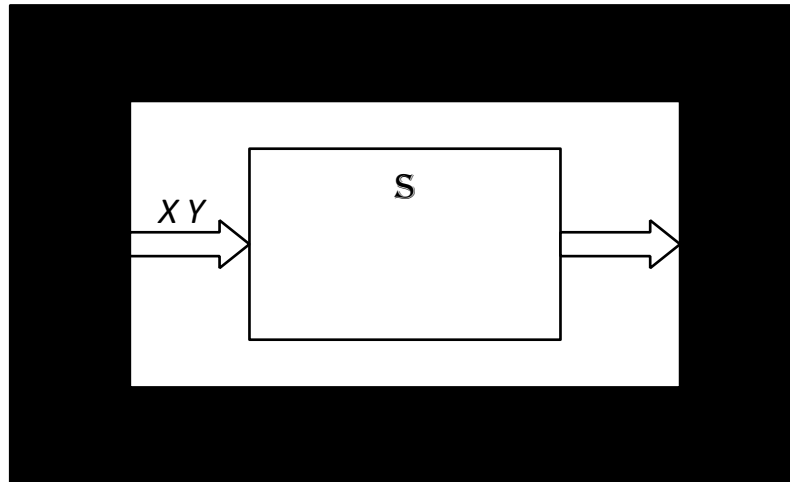


Рисунок 2.1 – Схема інфологічної моделі

На виході ІС з’являються образи  $Y$ , які є реакцією цієї системи на зовнішню ситуацію  $X$  згідно з підходом до моделювання образного мислення людини [1]. Отже, введене поняття інфологічної системи повністю представлено у термінах моделі образного мислення та є формальним відображенням філософських поглядів феноменології в межах кібернетичного підходу.

**Взаємодія інфологічних систем.** З погляду моделювання пізнавальної діяльності людини ІС можуть взаємодіяти одна з одною та групами. Схематично процес взаємодії (діалог) двох інфологічних систем зображено на рисунку 2.2, де вхідна частина кожної такої системи має темний колір, як сховище інформації з «чорного ящика», а вихідна – світлий (символізує «висвітлені» завдяки відображенню через внутрішні мотиви ІС фрагменти АМО).

Такий підхід дозволяє відокремити зовнішні канали передачі інформації у вигляді потоків образів та внутрішні функції перетворення інформації на основі АМО в інфологічній системі. Принциповим моментом формалізації «діалогу» є повна незалежність обробки образної інформації кожною ІС, що також відповідає феноменологічним поглядам.

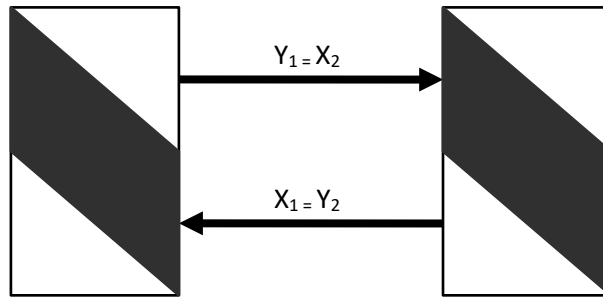


Рисунок 2.2 – «Діалог» двох інфологічних систем

Зрозуміло, що діалог може вважатися базовою, але далеко не єдиною формою пізнавальної та мовленнєвої діяльності людини у соціумі. На рисунку 2.3 схематично зображено процес взаємодії (спілкування) 3-х інфологічних систем за принципом «кожний з кожним».

У процесі «спілкування» виникає необхідність розгалуження інформаційних потоків з ОК, що може бути досягнуто формальними алгебраїчними засобами – оператором «PLUS» та еквівалентним перетворенням. На рисунку 2.3 використано схематичні зображення для вузлів  $\oplus$  – об'єднання інформаційних потоків з різних джерел (вузол «PLUS ОК») та  $\bullet$  – дублювання інформаційного потоку між різними ІС (вузол еквівалентного перетворення). За допомогою запропонованих універсальних схематичних елементів можна подати і більш складні процеси взаємодії інфологічних систем.

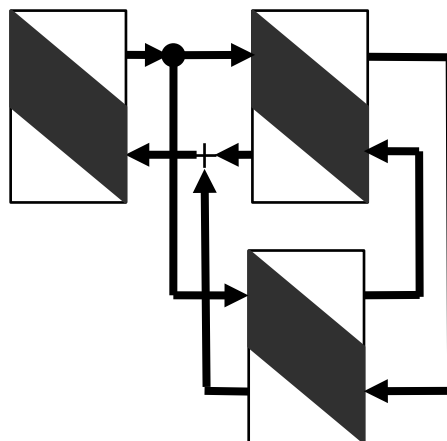


Рисунок 2.3 – «Спілкування» 3-х інфологічних систем

На рисунку 2.4 зображено складніший приклад взаємодії ІС, що моделює процес навчання трьох учнів. Особливість процесу полягає у тому, що учні не спілкуються між собою, а вчитель та екзаменатор є незалежними особами. Відомо, що такий спосіб навчання вважається одним з найбільш ефективних для широкого кола задач пізнавальної діяльності – від оволодіння бойовими мистецтвами до наукових досліджень.

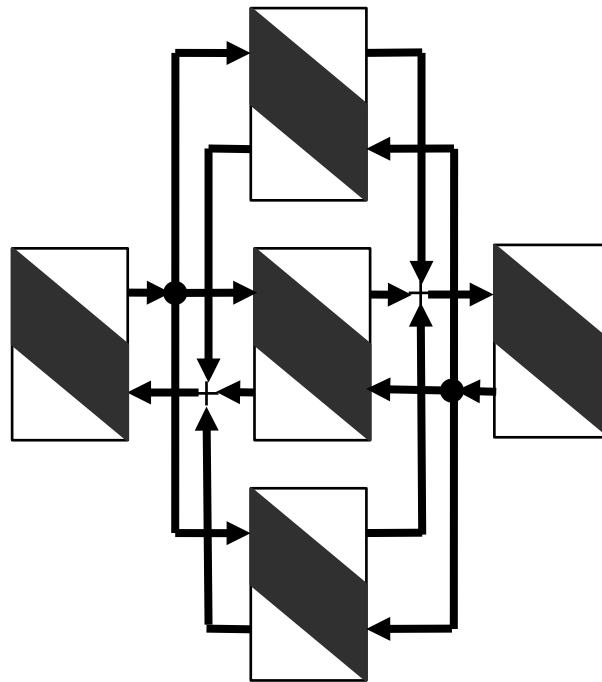


Рисунок 2.4 – «Навчання» з незалежним екзаменатором

Нарешті, на рисунку 2.5 схематично зображено процес взаємодії (спілкування)  $n$  інфологічних систем за принципом «кожний з кожним», де інформаційні потоки з'єднуються тим самим оператором  $\oplus$  та еквівалентним перетворенням  $\bullet$ . Такий тип спілкування також можна вважати традиційним для пізнавальної діяльності, оскільки історичними прикладами його ефективності можна вважати школу Сократа та круглий стіл короля Артура.

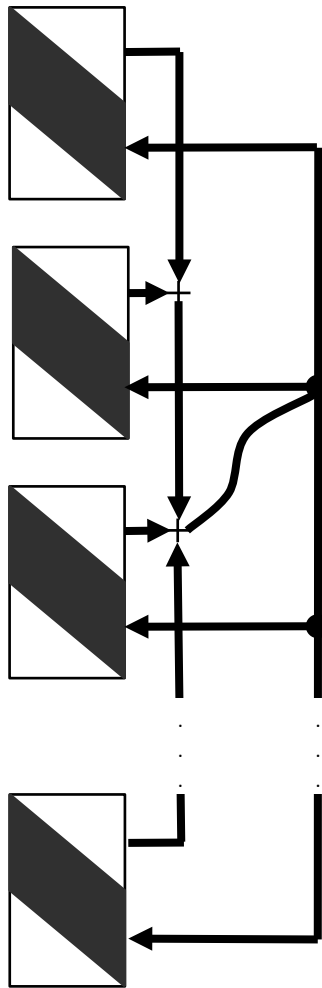


Рисунок 2.5 – «Спілкування кожний з кожним»  $n$  ІС

**Критерії ефективності інфологічних систем.** Суттєвою відмінністю запропонованого інфологічного підходу до моделювання ОКОС від класичного кібернетичного підходу є застосування феноменологічного поняття рефлексії як внутрішнього зворотного зв'язку. Формалізувати процес «висвітлення» отриманих з «чорного ящика» зовнішніх образних комбінацій до певних внутрішніх образних реакцій інфологічної системи [7] дозволяють такі принципи рефлексії:

- адекватність результатів образного пізнання реальному зовнішньому світу («чорному ящику»);
- використання внутрішніх мотивів та потреб як об'єктивних передумов фізичного існування інфологічної системи;
- застосування механізму емоцій як сигнального апарата щодо стану мотиваційної сфери та вектора емоцій як критерію досягнення мети;

- застосування орієнтувального рефлексу як основного інструменту пізнавальної діяльності людини.

Якщо природним інструментом рефлексії виступає механізм емоцій, який забезпечує моніторинг досягнення мотиваційної мети, то в умовах штучного інтелекту досягти повної імітації значної частини комплексу мотивів та емоцій неможливо [1]. Проте закладемо як базовий *онтогенетичний принцип* побудови інфологічної системи – когнітивний ресурс  $\Omega$  системи  $S$ , що визначає сенс її функціонування та отримується виключно шляхом послідовного накопичення параметрів чергових  $\omega$  з зовнішнього «чорного ящика» й подальшого самовдосконалення множини  $\Omega$ . Формально онтогенетичний принцип відображається в тому, що базу знань системи  $S$  будуюмо як 
$$B = \bigcup_{i=1}^{m'} x_i,$$

де  $m'$  – загальна кількість сприйнятих системою на сьогодні вхідних образних конструкцій.

Одним з перспективних рішень для застосування інфологічного підходу в задачах дослідження є спрощення моделі мотиваційно-емоційної сфери людини за допомогою формального обмеження критеріального апарата. Пропонується взяти за основу модель так званої «чистої» інтелектуальної діяльності, що найбільш виразно проявляється у процесах пізнавальної (когнітивної) сфери людини. Тому критерієм ефективності взаємодії інфологічної системи з зовнішнім «чорним ящиком» пропонується вибрати подвійний критерій для потоку образів  $Y$  «розв'язання» активної ситуації

З метою досягнення домінантного мотиву пізнавальної діяльності необхідно:

1) застосувати мінімальні внутрішні енергетичні зусилля (наслідок принципу мінімальних витрат енергії на адекватне функціонування живої системи);

2) забезпечити максимальну надійність бажаного інформаційного результату.

Як приклад окреслимо можливість формалізації критерію ефективності взаємодії інфологічної системи з зовнішнім «чорним ящиком» в умовах мовленнєвої діяльності людини. Запропонований подвійний критерій подамо як вибір такої з можливих відповідей на



певне питання (запит) до інфологічної системи, в якій враховано поточний стан системи та:

- досягнуто максимальної лаконічності висловлювання (потужність підмножини вихідних образів мінімальна);
- для забезпечення мети вихідного висловлення як реакції на вхідне використано когнітивний ресурс АМО з найбільшою кількістю образного сенсу.

Як підсумок, можна зазначити, що для «чистої» інтелектуальної діяльності вектор емоцій будемо вважати пропорційним критерію сенсу образних, зокрема природно-мовних, конструкцій. Цей підхід моделює ситуацію, коли людина отримує задоволення від добре виконаної справи, причому кількість позитивних емоцій залежить від якості досягнення кінцевого результату роботи.

Отже, розглянуті концептуальні поняття інфологічної системи та схеми взаємодії ІС дозволяють удосконалити кібернетичну модель пізнавальних процесів психічної діяльності людини за рахунок моделювання мотиваційно-емоційної сфери та використання критеріїв сенсу ІС через поняття ОК. Отриманий на основі застосування запропонованого онтогенетичного принципу критеріальний апарат забезпечує концептуальну можливість формальної оцінки ефективності інфологічної системи.

### 2.3 Концепція визначення образного сенсу природно-мовних конструкцій

Розглянемо означення ключових понять моделі ОКОС – образу, асоціації та події. Вперше цей підхід було висвітлено в роботах [1, 2]. Взявши до уваги всі проаналізовані раніше джерела та врахувавши вербальну основу об'єктів ОКОС, пропонується взяти у вигляді складових концепції такі означення.

З філософського погляду, образ є результатом пізнавальної діяльності людини, зокрема ЗО, інакше – відображення у свідомості носія природного інтелекту предметів, явищ об'єктивної дійсності [10]. Отже, образ – це стійкий відбиток у мозку людини (нервова модель) фрагмента навколишньої дійсності (зовнішнього стимулу). Формально

будемо подавати образи як елементи нескінченної множини  $I = \{i_1, i_2, \dots, i_n, \dots\}$ , що розрізняються людиною як природним праобразом ІС у вигляді гештальтів [1], а під образною конструкцією будемо розуміти довільну підмножину  $\gamma \subset \mathbb{F}$ , де  $\mathbb{F}$  –  $\sigma$ -алгебра підмножин з  $\Omega \subseteq I \times I$ .

Враховуючи предмет дослідження, основну увагу будемо приділяти таким образам (живих та неживих об'єктів, явищ, подій тощо), які мають свій мовний еквівалент у вигляді вербальних ознак. З цією метою введемо поняття мовного образу (МО), що відрізняється головною символічною ознакою у вигляді кореня слова. Іншими словами мовний образ – це сукупність однокореневих слів, які характеризують окремий образ, виходячи з морфемної класифікації [11]. Таке поняття більш загальне за синсет [12] з відомого WordNet, словарну статтю чи лексему, у формі яких закладаються поняття в онтології. Формально підмножину  $I' \subset I$  доступних для сприйняття людиною МО подамо за допомогою четвірки основних змістовних концептів:

$$I' = \langle N; O; M; Q' \rangle, \quad (2.1)$$

де  $N$  – поняття;

$O$  – об'єкт / суб'єкт;

$M$  – метод;

$Q'$  – якість.

Так само деталізація базових концептів приводить до появи таких концептів:

$$N = \langle ON; QN; MN \rangle, \quad (2.2)$$

де  $ON$  – поняття об'єкта / суб'єкта;

$QN$  – поняття якості;

$MN$  – поняття методу;

$$Q' = \langle OQ, MQ \rangle, \quad (2.3)$$

де  $OQ$  – якість об'єкта / суб'єкта;

$MQ$  – якість методу;

$$M = \langle Ev; C \rangle, \quad (2.4)$$

де  $Ev$  – подія (процес);

$C$  – стан;

$$MQ = \langle H; T; L \rangle, \quad (2.5)$$

де  $H$  – власне обставина (відповідь на питання як?);

$T$  – обставина часу (відповідь на питання коли?);

$L$  – обставина місця (відповідь на питання де?).

Взаємозв'язок розглянутих елементарних концептів МО (2.1)–(2.5) у вигляді дерева графа зображено на рисунку 2.6.

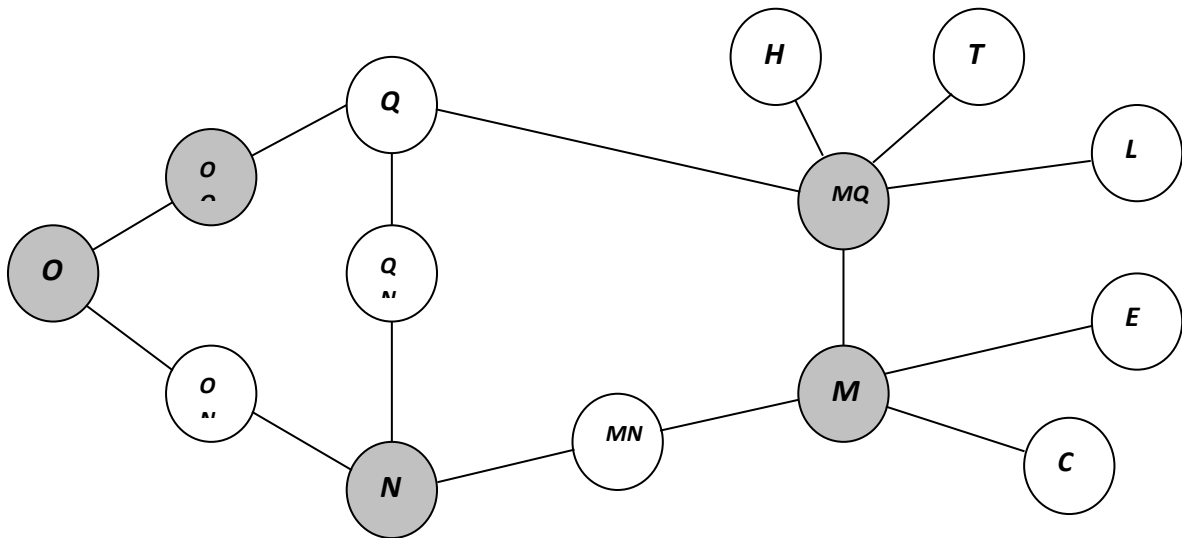


Рисунок 2.6 – Граф дерева взаємозв'язків елементарних концептів МО

Поява саме таких елементарних концептів (складових МО) пояснюється врахуванням значимих, тобто таких, що мають постійно визначений сенс, частин мови [13]. Сірим кольором на графі рисунка 2.6 позначено 5 змістовних концептів МО, які мають стійкі відображення у таких частинах української мови, як прикметник, іменник, дієслово та обставина. Поняття образу ( $N$ ) додано до вибраної п'ятірки концептуальних складових з метою демонстрації єдності як

наочно-предметних (синтагматичних), так і абстрактних (парадигматичних) ознак мовних образів.

У таблиці 2.2 подано приклад змістовних концептів для МО гіпотетичної інтроспективної моделі «мисливець та звір» [14]. Потрібно зауважити, що використання у таблиці 2.2 п'яти вказаних концептів МО з 14-ти потенційних (рис. 2.6) має певний універсальний характер для слов'янських мов. Проте, в загальному випадку, вибір підмножини змістовних концептів мовних образів залежить від мови та мети дослідження.

Таблиця 1.2 – Приклад МО з україномовними змістовними концептами для моделі «мисливець та звір»

<i>ОQ</i>	<i>О</i>	<i>N</i>	<i>М</i>	<i>Н</i>
сміливий	сміливець	сміливість	сміливішати	сміливо
мисливський	мисливець	(полювання)	(полювати)	
стріляний	стрілець	стрільба	стріляти	
денний	день		днювати	денно
білий	біляк	білизна	біліти	біло
звіриний	звір	звірство	звірити	звіряче
лякливий	ляканий	лякливість	лякати	(полохливо)
розлючений	розлюченість	(лють)	розлютитися	розлючено
харчовий	харч	харчування	харчувати	
нічний	ніч	(ночівля)	ночувати	
темний	темінь	темнота	темнити	темно
страшний	страховище	страх	страшити	страшно
Який?	Хто? Що?	Що?	Що робити?	Як?

Асоціація – це реалізований у мозку людини внаслідок її унікального життєвого досвіду парний зв'язок між двома образами [15]. Від кількості та обставин (якості) повторення в житті однакових

поєднань образів безпосередньо залежить спрямованість та сила асоціативного зв'язку. Спільне використання понять образу  $I$  та асоціації як елемента множини  $\omega \in \Omega$  створює когнітивне за своєю основою поняття простору асоціативних пар, яке будемо подавати за допомогою відношення  $\Omega \subseteq I \times I$ .

Згідно з [14], за характером виникнення асоціативні зв'язки можуть бути синтагматичними та парадигматичними. Синтагматичний (первинний) або мінімальний асоціативний зв'язок між двома образами виникає внаслідок сприйняття людиною події, де ці образи беруть участь. У мовному еквіваленті такі асоціації відтворюють комунікацію подій. Парадигматичний (вторинний) асоціативний зв'язок виникає на основі накопичення критичної кількості первинних зв'язків та характеризує певні відношення двох образів. Тому у мові парадигматичні асоціації, як правило, відтворюють комунікацію відношень [1].

Позначимо мінімальний асоціативний зв'язок синтагматичного або невідомого походження як  $P_x$ , а внутрішньообразну асоціацію як  $P_v$ . Введемо також позначення для найбільш відомих парадигматичних асоціацій (зв'язків):

$P_q$  – асоціація типу окреме–загальне (гіпо–гіперонімія);

$P_u$  – асоціація типу частина–ціле (меронімія);

$P_c$  – синонімічна асоціація;

$P_o$  – омонімічна асоціація як частковий випадок паронімії;

$P_a$  – антонімічна асоціація;

$P_p$  – асоціація типу «у риму».

Тоді визначимо множину асоціативних операцій  $P_i$  над концептами мовних образів як

$$P_i = \{P_x, P_v, P_q, P_u, P_c, P_o, P_a, P_p\}. \quad (2.6)$$

Формально подія є елементом множини ОК  $E\nu \in \gamma$  з певними обмеженнями на кількість образів (зазвичай  $7 \pm 2$ ) та зв'язністю [2]. У

мовленнєвій діяльності подія має своїм аналогом синтагму [1], яка, зазвичай у вигляді простого оповідного речення, описує певну подію. Взаємозв'язок концептів подія–синтагма–речення формалізуємо на основі введення понять конструкції мовних образів (КМО) та природно-мовної конструкції (ПМК). Під КМО будемо розуміти таку підмножину ОК  $\gamma' \subset \gamma$ , до складу якої входять лише мовні образи. Тоді синтагмою будемо вважати елемент множини  $Sy \in \gamma'$ . Відповідно ПМК – це така підмножина КМО, за елементи якої взято слова з урахуванням морфологічних та синтаксичних правил певної природної мови.

Англомовні слова «sense» та «meaning» позначають внутрішній логічний зміст, глузд, усвідомлення, смисл, значення чого-небудь, що досягається розумом «mind» [12]. Природно-мовний ЕК, оброблення якого входить до об'єкта дослідження, фактично і є змістом з погляду семантики. Оскільки ПМК складається не з окремих слів, а, як правило, з речень та природно-мовних конструкцій, то в понятті сенсу запропоновано розрізняти:

- образний сенс – параметр або чисельна оцінка таких елементів ПМК, які розрізняються ІС;
- сенс – властивість як знання/вміння/навички, що ставляться за мету пізнавальної діяльності отримувача природно-мовної інформації.

Відповідно до онтогенетичного принципу первинною основою сенсу є прагматична компонента, а семантична складова вторинна за своєю природою [8], тому будемо шукати образний сенс як деяку функцію від аргументу (ОК–КМО–ПМК), а значення цієї функції інтерпретувати як розуміння сенсу.

Застосування асоціативної мережі образів як моделі когнітивної системи у вигляді ІС дозволяє запропонувати єдиний підхід до розуміння сенсу на основі сенсосполучень (термін введено за аналогією до словосполучення). Під сенсосполученням будемо розуміти виявлений в межах події зв'язок між двома або трьома образами. Кожна синтагма в розгорнутому вигляді може (але не обов'язково) містити у своєму складі такі змістовні концепти образів, що відповідають певній події:

- 1) Якість об'єкта чи суб'єкта дії –  $OQ$  або  $SQ$ .
- 2) Об'єкт дії –  $O$ .
- 3) Метод (власне дія) –  $M$ .
- 4) Місце дії –  $L$ .
- 5) Час події –  $T$ .
- 6) Якість методу –  $H$ .
- 7) Суб'єкт дії –  $S$ .

Враховуючи таку нумерацію, введемо 7-м базових синтагматичних типів асоціацій (всього 6 односпрямованих та 1 двоспрямована) як складових  $P_x$ . Тоді МО можуть пов'язуватися у дереві синтагми через свої змістовні концепти так, як зображено на рисунку 2.7.

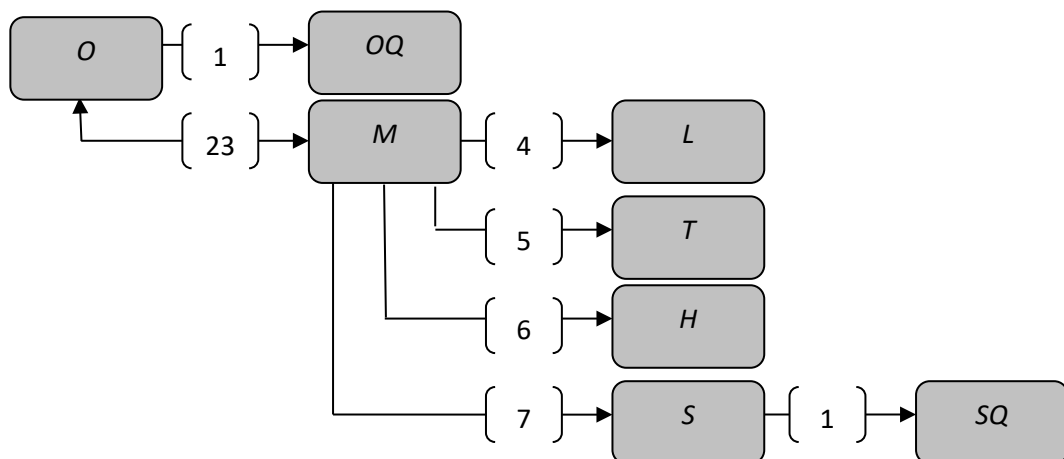


Рисунок 2.7 – Дерево можливих асоціацій синтагми

Оскільки сам термін [подія] передбачає центральну роль саме дії, попередній граф можна зобразити в розгорнутому вигляді навколо головної дії (рисунок 2.8).

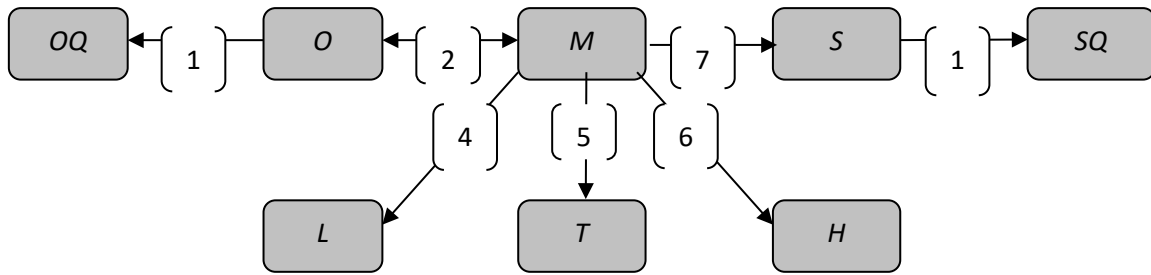


Рисунок 2.8 – Розгорнутий граф синтагматичного поєднання асоціацій навколо головної дії

На рисунку 2.9 показано результати формального поєднання образних концептів зі складовими КМО та ПМК. Запропонований підхід дозволив виявити взаємозв'язок між значимими концептуальними поняттями ІС та конструктами лексичного процесора через нові визначення МО, сенсосоєднання, синтагми і КМО. Для формалізації позначених кольором лексичних конструктів ПМК – речення – словосполучення – слово мають бути застосовані морфологічні, синтаксичні та семантичні відношення з урахуванням пріоритету образної основи концепції.

Згідно з концепцією, що пропонується, кожна з цих КМО може являти собою такий самий граф або частину його у різного типу складнопідрядних реченнях, у механізмі впливу (вливанні) сенсу тощо.

Зв'язки спрямованих синтагматичних асоціацій також можна розкласти для ПМК у вигляді підмножин питальних займенників з метою побудови зручного лексичного процесора, наприклад:

- 1) Який? Яка? Яке?
- 2) Що робити? Що робить? Що роблять? Що робиш? тощо.
- 3) Хто? Що?
- 4) Де? Звідки? Куди?
- 5) Коли? У який час? Котра година? Як довго?
- 6) Як? Яким способом?
- 7) Кого? Що? Чого? Кому? Чому? Ким? Чим? Про кого? Про що?



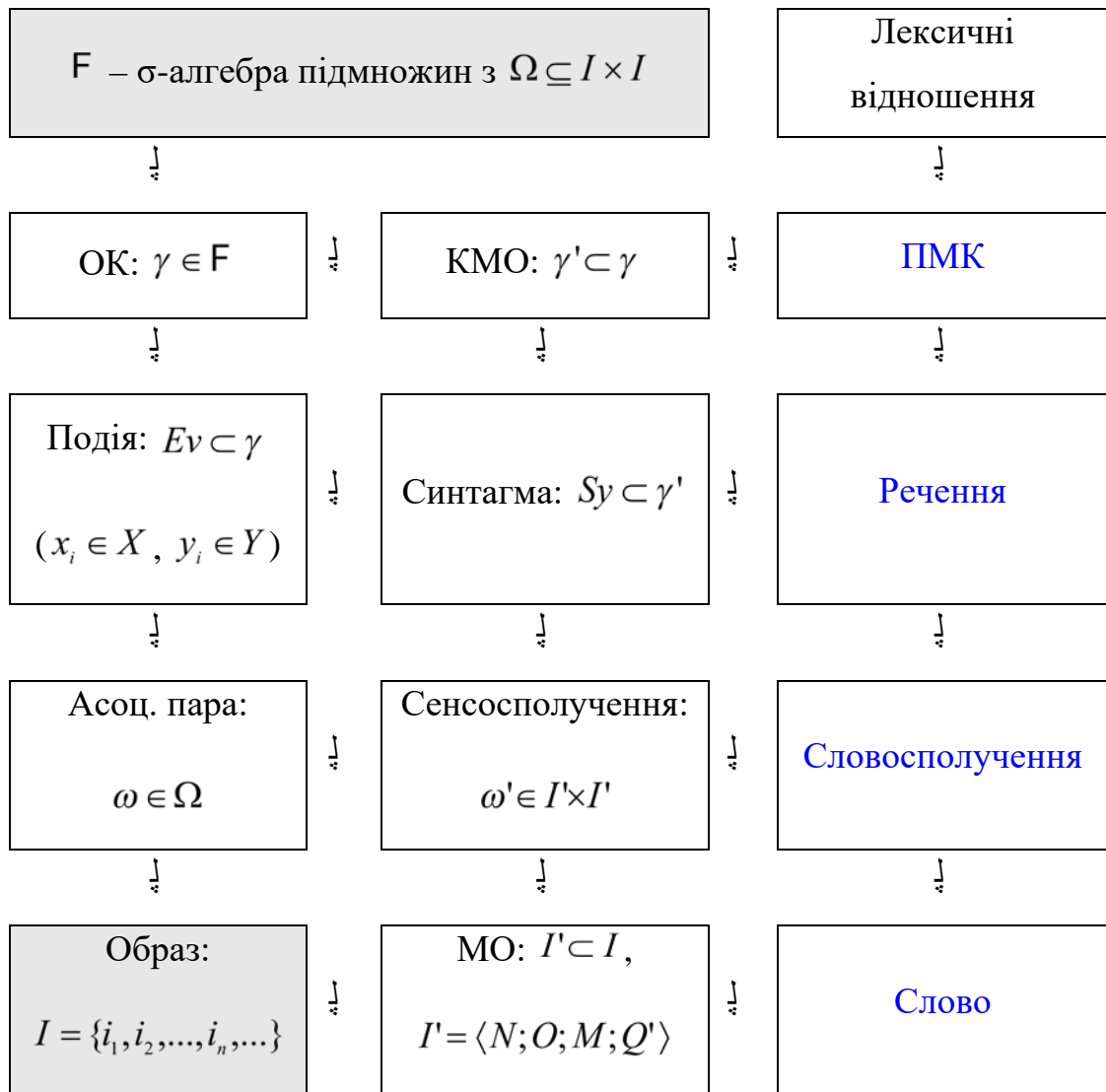


Рисунок 2.9 – Взаємозв'язок формальних понять образного аналізу ПМК

Отже, запропоновано концепцію визначення образного сенсу природно-мовних конструкцій, у межах якої формалізовано ключові поняття моделі ОКОС – образу, зокрема мовного, як четвірки основних змістовних концептів ( $N$  – поняття;  $O$  – об'єкт;  $M$  – метод;  $Q'$  – якість), асоціації та події. Отримана концептуальна модель дозволяє формалізувати взаємозв'язок між образними та лінгвістичними конструктами через нові означення МО, сенссполучення, синтагми і КМО.

## 2.4 Метод побудови нечіткого відношення образного сенсу

Реалізуємо розглянуту раніше концепцію подання сенсу ПМК за допомогою введення функціонального простору з мірою. Вперше підхід до виокремлення у понятті сенс пізнавальної діяльності, з одного боку, сенсу-властивості, який визначає нові знання, вміння та навички, а з другого боку образного сенсу, що чисельно вимірюється шляхом порівняння з одиницею сенсу на основі сили асоціативного зв'язку, було опубліковано в роботах [1; 2; 7; 15]. На відміну від відомих робіт з моделювання актуальних аспектів мислення, зокрема образного, людини (в [16]), у запропонованому підході враховано онтогенез пізнавальної, мовленнєвої діяльності людини.

Феноменологічний характер підходу дозволяє припустити, що в основу простору має бути покладена нечітка міра. Розглянемо можливість формалізації методу побудови функцій належності для тієї нечіткої сукупності (множини) основних образних понять, які становлять когнітивний простір особистості. Запропонована у [2] функція образного сенсу як характеристика сили елементарного асоціативного зв'язку між парою образів за формальними ознаками близька до функції належності нечіткого відношення, а формалізований у [17] онтогенетичний спосіб побудови таких функцій моделює природний шлях накопичення знань людиною. Розглянемо такі підзадачі, як:

- побудова бінарних нечітких відношень на основі онтогенетичного підходу до подання образного сенсу;
- визначення нечіткого відношення сенсу та його основних властивостей;
- інтерпретація базових операцій з нечіткими відношеннями сенсу з погляду задач пізнавальної діяльності людини;
- формалізація простору з нечіткою мірою.

Відповідно до [18] бінарне нечітке відношення, задане на одній базисній множині (універсумі) образів  $I$ , визначимо як нечітке відношення

$$Q = \{ \langle i_l, i_j \rangle, \mu_Q(\langle i_l, i_j \rangle) \}, \quad (2.7)$$

де  $\mu_Q(\langle i_l, i_j \rangle)$  – функція належності бінарного нечіткого відношення, що задається як відображення  $\mu_Q : I \times I \rightarrow [0, 1]$ . У виразі (2.7) через  $\langle i_l, i_j \rangle$  позначено елементарний терм в АНФ  $\langle ANF\omega \rangle$  як кортеж з двох елементів, причому  $i_l \in I$ ,  $i_j \in I$ . Якщо носій  $Q_s$  нечіткого відношення  $Q$  є скінченним, то потужність цього нечіткого відношення чисельно дорівнює кількості кортежів його носія і позначається як  $card(Q_s)$ .

На практиці найчастіше використовуються такі способи формального визначення бінарних нечітких відношень (2.7) на універсумі  $I$ , як [19]:

1. Список з безпосереднім перерахуванням всіх кортежів нечіткого відношення та відповідних цим кортежам значень функцій належності – у випадку скінченного та невеликого числа таких кортежів.

2. Аналітично у формі деякого математичного виразу, що забезпечує можливість обчислення значення функцій належності для кожного з кортежів. У цьому випадку нечітке відношення записують у вигляді (2.8), де

$$\mu_Q(\langle i_l, i_j \rangle) = f(i_l, i_j) - \quad (2.8)$$

певна задана функція двох змінних з універсуму  $I$ , що задовольняє стандартні вимоги до функції належності. Функцію (2.8) називають також [18] функцією, що породжує нечітке відношення (2.7).

3. Графічно у формі певної поверхні або сукупності окремих точок у тривимірному просторі, в якому дві координати (незалежні змінні) відповідають значенням елементів  $i_l$  та  $i_j$  з універсуму  $I$ , а третя координата – функції належності зі значенням з інтервалу  $[0, 1]$ .

4. У формі квадратної матриці  $A_Q$  нечіткого відношення  $Q$ , рядкам якої відповідають перші елементи кортежів  $i_l \in I$ , а стовпцям – другі елементи кортежів  $i_j \in I$ . Елементами  $(l, j)$  матриці  $A_Q$  є відповідні значення функції належності  $\mu_Q(\langle i_l, i_j \rangle)$  цього відношення.

5. У формі орієнтованого нечіткого графа  $G = (V, E, \mu_G)$ , де  $V = \{v_1, v_1, \dots, v_n\}$  – множина вершин нечіткого графа, а  $E = \{e_1, e_1, \dots, e_m\}$  – множина дужок нечіткого графа, кожній з яких приписано значення функції належності. Натуральні числа  $n$  та  $m$  визначають кількість вершин та дужок нечіткого графа ( $card(Q) = m$ ), а кожному елементу універсуму  $i_l \in I$  відповідає окрема вершина  $v_l \in V$  ( $l = \overline{1, n}$ ) орієнтованого нечіткого графа. Довільному  $k$ -му кортежу нечіткого відношення  $\langle i_l, i_j \rangle \in Q$  відповідає дужка графа  $e_k = \langle v_l, v_j \rangle$  з початком у вершині  $v_l$ , закінченням у вершині  $v_j$  та значенням функції належності  $\mu_Q(\langle i_l, i_j \rangle)$ .

Для задач дослідження оберемо способи 2, 4 та 5 означення нечітких відношень. .

Бінарне нечітке відношення (2.7) застосуємо як онтогенетичну характеристику множини  $\Omega$ , тоді функцію належності (2.8) можна вважати природною чисельною мірою сенсу. Згідно з [2], значення  $\mu_Q(\langle i_l, i_j \rangle) = 1$  називатимемо одиницею сенсу розміром один *Saw* (Синтагматичної асоціації вага) або, англійською *Saw* (Syntagmatic association weight). Окрім цього, англійське слово *Saw* (друга форма неправильного дієслова *to See*) перекладається як «побачене» і, тим самим, вказує на образний шлях появи сенсу в когнітивній системі. За такого підходу значення елемента  $(l, j)$  матриці  $A_Q$  або  $k$ -ї дужки  $e_k = \langle v_l, v_j \rangle$  графа  $G$  залежить від статистики появи зв'язку для кортежу  $\langle i_l, i_j \rangle$  за час спостереження  $L$  вхідних ОК. Отже, в загальному вигляді функцію належності (базовий рівень) нечіткого відношення сенсу для пар образів задамо як

$$\mu_Q(\langle i_l, i_j \rangle) = f(k_{lj}, t_L), \quad (2.9)$$

де  $k_{ij}$  – кількість зафіксованих інфологічною системою зв'язків між  $i$ -м та  $j$ -м образами на момент часу  $t_L$ . Значення  $k_{ij}$  на початковому етапі можна отримати статистичними методами на основі зафіксованих на певний момент часу повторень кортежу  $\langle i_l, i_j \rangle$  у моделі ОКОС. Додатково відношення сенсу має враховувати такі важливі властивості інфологічної системи, як емоційний стан, потреби (мотиви) та рефлексії або інші корисні для функціонування системи результати зовнішнього навчання.

Відповідно до концептуальної моделі деталізуємо функцію належності, що породжує бінарне нечітке відношення сенсу (2.7) на таких чотирьох послідовних рівнях, побудованих на базовому (2.9):

1. Рівень імовірнісного прогнозування – з метою нормування функції належності у проміжку  $[0, 1]$  передбачено розрахунок статистичної оцінки  $\lambda$  (математичного сподівання): якщо  $k_{\Sigma} = \sum_{l=1}^n \sum_{j=1}^n k_{lj}$ , а  $m$  – кількість ненульових елементів матриці  $A_Q$ , то  $\lambda = k_{\Sigma} / m$  – в цьому випадку застосуємо відому сигмоїдальну функцію

$$\mu_Q(\langle i_l, i_j \rangle) = f_1(k_{ij}, \lambda) = 1 / (1 + e^{-k_{ij} + \lambda}). \quad (2.10)$$

Внаслідок нормування з'являється характерна властивість функції належності, отриманої за онтогенетичним методом – середнє значення

$$\bar{\mu}_Q = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \mu_{Qj} = 0,5.$$

2. Рівень врахування емоційного стану – введено можливість врахування бінарної моделі емоцій ІС за рахунок показника  $\mu = \{\dots, -2, -1, 1, 2, \dots\}$ , тоді

$$\mu_Q(\langle i_l, i_j \rangle) = f_2(k_{ij}, \lambda, \mu) = 1 / (1 + e^{\frac{k_{ij} - \lambda}{|\mu|}}). \quad (2.11)$$

У випадку, коли  $\mu = -1 \vee 1$  емоції не впливають на сенс функціонування ІС, а функція належності (2.11) вироджується у функцію (2.10). Збільшення показника  $\mu$  симетрично згладжує сигмоїдальну функцію  $f_2$ , що продемонстровано на рисунку 2.12.

3. Рівень врахування мотиваційної компоненти на основі образів-центрів потреб – пропонується моделлю мотиву інфологічної системи на момент часу  $t_L$  вважати досягнення образу-центру потреби  $j'$ , а також розрахувати дисперсію та середньоквадратичне відхилення результатів спостережень  $k_{ij}$  як  $D = \frac{1}{m} \sum_{l=1}^n \sum_{j=1}^n (k_{lj} - \lambda)^2 \mid k_{lj} > 0$  і  $\sigma = \sqrt{D}$ .

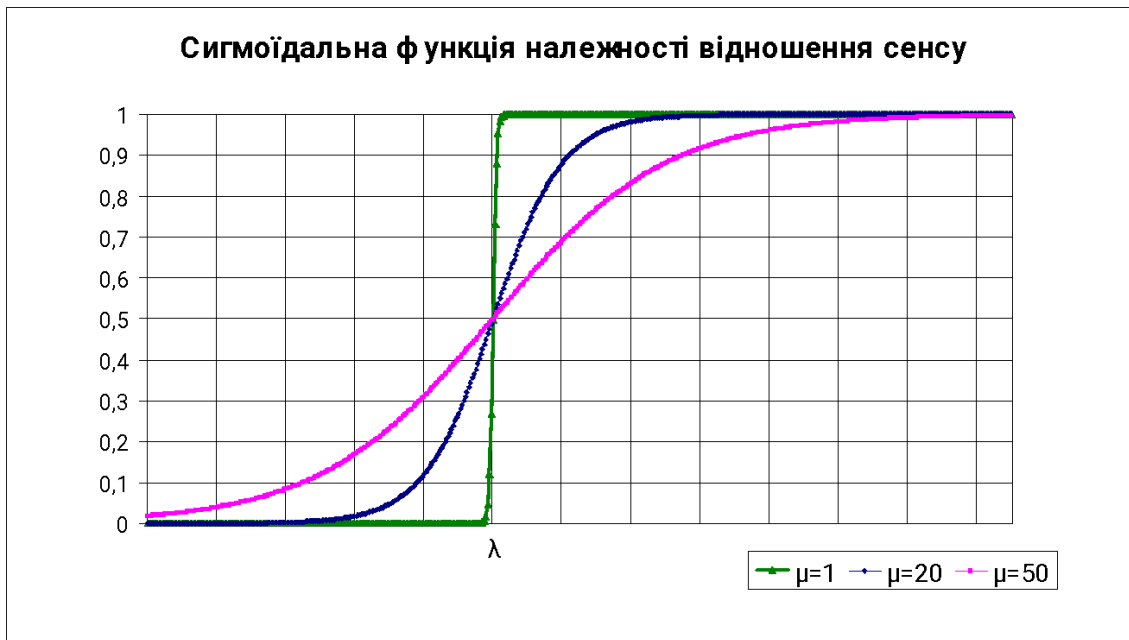


Рисунок 2.12 – Вплив показника  $\mu$  на функцію належності (1.3.11)

Тоді, залежно від ступеня наближення  $r$  пари образів  $\langle i_l, i_j \rangle$  до  $j'$ , функцію (2.11) можна зміщувати вліво за віссю абсцис шляхом зменшення математичного сподівання для цієї пари  $\lambda_{lj} = \lambda - r \cdot \sigma$ , де  $r = \{0, 1, 2, 3\}$ , зрештою маємо

$$\mu_Q(\langle i_l, i_j \rangle) = f_3(k_{lj}, \lambda_{lj}, \sigma, \mu, i') = 1 / (1 + e^{\frac{k_{lj} - \lambda_{lj}}{|\mu|}}). \quad (2.12)$$

Розглянутий підхід передбачає застосування окремого алгоритму для визначення ступеня наближеності  $r$  пари  $\langle i_l, i_j \rangle$  до образу-потреби  $J'$ , наприклад:

- а) якщо  $j = j'$ , то  $r = 3$ , інакше
- б) якщо  $\exists e_k \in E \mid e_k = \langle v_j, v_{j'} \rangle$ , то  $r = 2$ , інакше
- в) якщо  $\exists e_k \in E \mid e_k = \langle v_l, v_{j'} \rangle$ , то  $r = 1$ , інакше  $r = 0$ .

4. Рівень врахування рефлексів та результатів зовнішнього навчання – запропоновано фіксувати в ІС статистику результатів образної реакції  $y'_i$  на вхідну ОК  $x'_i$  за мотиваційної мети  $i'$  як зміну емоційного параметра  $\Delta\mu$ . Тоді, за наявності у попередньому досвіді схожих ситуацій  $\langle i', x'_i \rangle$  для певної підмножини пар  $e_{ij} \in E'$ , де  $E' \subseteq y'_i$  застосовується збільшення або зменшення математичного сподівання  $\lambda_{ij} = \lambda \pm r \cdot \sigma$ . Вибір  $r = \{0, 1, 2, 3\}$  залежить виключно від знака та значення  $\Delta\mu$  та потребує окремого алгоритму, а функція належності матиме вигляд

$$\mu_Q(\langle i_l, i_j \rangle) = f_4(k_{ij}, \lambda_{ij}, \sigma, \mu, i', x', \Delta\mu) = 1 / (1 + e^{\frac{k_{ij} - \lambda_{ij}}{|\mu|}}). \quad (2.13)$$

Зауважимо, що, на відміну від (2.10) та (2.11), у вищих рівнях функції належності відношення сенсу (2.12) та (2.13) внаслідок локальних зсувів математичного сподівання зникає властивість  $\overline{\mu_Q} = 0,5$ , що, на думку авторів, свідчить про належну формальну інтерпретацію відомих фактів з психології та фізіології щодо протиріч між загальноприйнятим (середньостатистичним) сенсом і діями під впливом сильних мотивів або набутих рефлексів.

**Властивості відношення сенсу.** Відомо [18], що кількість кортежів нечіткого відношення  $Q$  може розглядатися як змінна від мінімального (ядро  $Q_p$ ) до максимального (носій  $Q_s$ ), а проміжні значення цієї

змінної узагальнює нечітке відношення  $\langle$ -рівня. Будемо вважати відношенням сенсу  $\langle$ -рівня звичайним відношенням  $Q_\alpha = \{ \langle i_l, i_j \rangle \mid \mu_Q(\langle i_l, i_j \rangle) \geq \alpha \}$ , де  $\langle i_l, i_j \rangle \in I \times I$ ,  $\alpha \in [0, 1]$ . Зрозуміло, що  $card(Q_p) \leq card(Q_\alpha) \leq card(Q_s) = m$ .

Особливістю онтогенетичного методу моделювання сенсу-параметра є те, що рівність двох нечітких відношень сенсу може бути досягнута лише в одному випадку – коли дві інфологічні системи отримували абсолютно однакові множини вхідних подій  $X = \{x_1, x_2, \dots\}$  і то лише на рівні (2.10) визначення функції належності. Поняття нечіткого домінування принципово відсутнє для цього методу.

Бінарне нечітке відношення сенсу  $Q$  згідно з [19] не є рефлексивним, проте є антирефлексивним, оскільки  $\mu_Q(\langle i_j, i_j \rangle) = 0$ ,  $i_j \in I$  – всі елементи головної діагоналі матриці  $A_Q$  дорівнюють 0. Така властивість відношення  $Q$  пов'язана з тим, що визначити образ можна лише завдяки множині його зв'язків з іншими образами, але не з самим собою – тавтології на зразок «масло масляне» не додають сенсу.

Також для  $Q$  можна вважати відсутнім властивості симетричності, асиметричності та антисиметричності [18], що виразно проявляється в матриці  $A_Q$ . З іншого боку, розглянуті вище особливості онтогенетичного методу не дають підстав стверджувати про транзитивність або котранзитивність нечіткого відношення сенсу  $Q$ . Отже, не варто говорити про подібність (толерантність), відмінність та еквівалентність, якщо в основу покладено відношення образного сенсу – множини образів та асоціативних зв'язків між ними не мають цих властивостей.

Отже, внаслідок дослідження отримано формальні характеристики онтогенетичного методу створення бінарного нечіткого відношення образного сенсу  $Q$  інфологічної системи  $S_Q$  шляхом моделювання понять мотиваційної мети та емоційного стану. Запропоновано принципи послідовної багаторівневої побудови функції належності  $\mu_Q(\langle i_l, i_j \rangle)$ , що породжує нечітке відношення  $Q$ , визначено основні



властивості  $Q$ , зокрема характерну властивість онтогенетичного методу  $\overline{\mu_Q} = 0,5$ .

## 2.5 Дослідження простору образного сенсу з нечіткою мірою

Розглянемо можливості аксіоматизації простору з мірою на основі запропонованого нечіткого відношення образного сенсу  $Q$ . Відомо, що мірою називають функцію множини  $m: P(X) \rightarrow R^+$ , яка відповідає таким трьом аксіомам [20]:

$$1. \quad \forall A \subseteq X \Rightarrow m(A) \geq 0, m(\emptyset) = 0.$$

$$A \subseteq B \Rightarrow m(A) \leq m(B).$$

Якщо  $A, B \in P(X)$  та  $A \cap B = \emptyset$ , то  $m(A \cup B) = m(A) + m(B)$ ,

де  $P(X)$  – множина всіх підмножин  $X$  ( $\sigma$ -алгебра),  $R^+ = [0, \infty]$  – множина додатних дійсних чисел.

За умови  $R^+ = [0, 1]$  ці аксіоми визначають ймовірнісну міру, в основу якої покладено базове поняття події з можливостями експериментальної перевірки. В теорії нечітких мір замість події застосовується поняття суб'єктивного ступеня впевненості людини в цій події, що також зручно обмежити відрізком  $[0, 1]$ . За рахунок узагальнення поняття міри виникає можливість уникнути обмежувальної вимоги адитивності, що забезпечують відомі  $\lambda$ -нечіткі міри Сугено для визначення ступеня необхідності, довіри, правдоподібності, можливості тощо [19].

Відповідно до концепції образного сенсу складових ПМК та моделювання пізнавальної діяльності простір образного сенсу неможливо обмежити мірою на відрізку  $[0, 1]$ . Не дивлячись на те, що вчитель-експерт ставить оцінку студенту за будь-якою системою оцінювання знань саме на основі особистого суб'єктивного ступеня впевненості, проте об'єктом порівняння для нього під час визначення оцінки слугують власні знання. Отже, результати пізнавальної

діяльності мають властивість необмеженого або обмеженого фізичною тілесністю зростання, а відповідний до них сенс-параметр будемо вимірювати на  $R^+ = [0, \infty]$ .

На основі базового поняття знань/вмін/навичок як результатів моделювання пізнавальної діяльності та властивостей бінарного нечіткого відношення сенсу з урахуванням позначень концепції (п. 2.2) задамо такі аксіоми *нечіткої міри сенсу*  $Se : \mathbf{F} \rightarrow [0, \infty]$ :

$$1. \forall \gamma \subseteq \Omega \Rightarrow Se(\gamma) \geq 0, Se(\emptyset) = 0, Se(\Omega) \leq \infty.$$

$$\forall \omega \in \Omega \Rightarrow Se(\omega) \leq 1, Se(\omega) = \mu_Q(\omega).$$

Якщо  $\gamma_1, \gamma_2 \in \mathbf{F}$  та  $\gamma_1 \subseteq \gamma_2$ , то  $Se(\gamma_1) \leq Se(\gamma_2)$  (монотонність).

Якщо  $\gamma_i \in \mathbf{F}$ , де  $\{\gamma_i, i = 1, 2, \dots\}$  є монотонною послідовністю  $\gamma_1 \supseteq \gamma_2 \dots \supseteq \gamma_i \supseteq \dots$ , то  $\lim_{i \rightarrow \infty} Se(\gamma_i) = Se(\lim_{i \rightarrow \infty} \gamma_i)$  (неперервність).

Якщо  $\{\gamma_i\}_{i=1}^{\infty} \in \mathbf{F}$  – зліченне сімейство множин з  $\mathbf{F}$ , що попарно не перетинаються, тобто  $\gamma_i \cap \gamma_j = \emptyset, i \neq j$ , то  $Se(\bigcup_{i=1}^{\infty} \gamma_i) = \sum_{i=1}^{\infty} Se(\gamma_i)$  ( $\sigma$ -адитивність).

Під *простором сенсу з нечіткою мірою* будемо розуміти трійку  $(\Omega, \mathbf{F}, Se)$ , де  $Se$  – нечітка міра сенсу або сенс-параметр, що визначається на основі аксіом 1–5. Запропонована міра  $Se$  вважається  $\sigma$ -скінченною, оскільки існує зліченне сімейство множин, що вимірюється  $\{\gamma_i\}_{i=1}^{\infty} \in \mathbf{F}$ , таке що  $Se(\gamma_i) < \infty, i \in N^+$  та  $\Omega = \bigcup_{i=1}^{\infty} \gamma_i$ , де  $N^+$

– множина додатних натуральних чисел. Використання  $\sigma$ -скінченної міри  $Se$  приводить до того, що весь простір сенсу може бути подано у вигляді зліченного об'єднання множин, що вимірюється на основі скінченної міри. На основі аксіоми 5. задамо *означення 1*: якщо ОК  $x$  та  $y$  перетинаються, то  $Se(x \cup y) = Se(x) + Se(y) - Se(x \cap y)$ .

Покажемо, що можливість подання сенсу у числовому вигляді також дозволяє розглядати простір упорядкованих пар образів  $\Omega$  як топологічний і квазіметричний. Простір асоціативних пар  $\Omega$  є топологічним, оскільки множина  $\mathbf{F}$  її підмножин є топологією на  $\Omega$ , для якої виконуються умови:

1)  $\Omega \in \mathbf{F}$ ,  $\emptyset \in \mathbf{F}$  – множина  $\Omega$  і пуста множина належать  $\mathbf{F}$ ;

2) об'єднання та перетин довільного сімейства множин, що належать  $\mathbf{F}$ , належить  $\mathbf{F}$  (згідно з властивостями  $\sigma$ -алгебри).

Простір асоціативних пар  $\Omega$  є квазіметричним простором [22], оскільки будь-яким двом елементам  $\omega_i, \omega_j \in \Omega$  ставиться у відповідність невід'ємне число  $q$  таке, що  $q(\omega_i, \omega_i) = 0$ , а для будь-якої трійки  $\omega_1, \omega_2, \omega_3 \in \Omega$  виконується нерівність трикутника  $q(\omega_1, \omega_3) \leq q(\omega_1, \omega_2) + q(\omega_2, \omega_3)$  за умови, що квазівідстань  $q(\omega_i, \omega_j) = |Se(\omega_i) - Se(\omega_j)|$ . Простір  $\Omega$  не можна вважати метричним простором, оскільки не виконується умова про те, що  $q(\omega_i, \omega_j) = 0$  тоді і тільки тоді, коли  $\omega_i = \omega_j$ . Також неважко показати, що множина ОК з  $\mathbf{F}$  також є квазіпростором з квазівідстанню  $q$ .

**Операції з відношеннями сенсу.** Розглянемо пізнавальну інтерпретацію основних операцій над бінарними нечіткими відношеннями сенсу  $Q = \{ \langle i_l, i_j \rangle, \mu_Q(\langle i_l, i_j \rangle) \}$  та  $R = \{ \langle i_l, i_j \rangle, \mu_R(\langle i_l, i_j \rangle) \}$ , що задані на декартовому добутку  $I \times I$  того ж універсуму образів, тобто  $\langle i_l, i_j \rangle \in I \times I$ . Будемо вважати, що відношення  $Q$  відповідає інфологічній системі  $S_Q$ , а відношення  $R$  відповідає іншій ІС  $S_R$ .

Результатом *перетину* нечітких відношень сенсу  $Q$  та  $R$  назвемо таке нечітке відношення сенсу  $P = \{ \langle i_l, i_j \rangle, \mu_P(\langle i_l, i_j \rangle) \} = Q \cap R$ , яке задане на тому ж самому декартовому добутку  $I \times I$  та функція належності якого визначається за формулою

$$\mu_P(\langle i_l, i_j \rangle) = \min \{ \mu_Q(\langle i_l, i_j \rangle), \mu_R(\langle i_l, i_j \rangle) \}. \quad (2.14)$$

Операція перетину « $\cap$ » визначає нове нечітке відношення сенсу  $P$ , що має спільні знання двох незалежних інфологічних систем  $S_Q$  та  $S_R$ .

Результатом *об'єднання* нечітких відношень сенсу  $Q$  та  $R$  назвемо таке нечітке відношення сенсу  $P = \{ \langle i_l, i_j \rangle, \mu_p(\langle i_l, i_j \rangle) \} = Q \cup R$ , яке задано на тому ж самому декартовому добутку  $I \times I$  та функція належності якого визначається за формулою

$$\mu_p(\langle i_l, i_j \rangle) = \max \{ \mu_Q(\langle i_l, i_j \rangle), \mu_R(\langle i_l, i_j \rangle) \}. \quad (2.15)$$

Операція *об'єднання* («АБО») визначає нове нечітке відношення сенсу  $P$ , що має знання ІС  $S_Q$  або ІС  $S_R$ .

Результатом *різниці* нечітких відношень сенсу  $Q$  та  $R$  назвемо таке нечітке відношення сенсу  $P = \{ \langle i_l, i_j \rangle, \mu_p(\langle i_l, i_j \rangle) \} = Q \setminus R$ , яке задано на тому ж самому декартовому добутку  $I \times I$  та функція належності якого визначається за формулою

$$\mu_p(\langle i_l, i_j \rangle) = \max \{ \mu_Q(\langle i_l, i_j \rangle) - \mu_R(\langle i_l, i_j \rangle), 0 \}. \quad (2.16)$$

Операція *різниці* («МІНУС») визначає нове нечітке відношення сенсу  $P$ , що має такі знання ІС  $S_Q$ , які відсутні у ІС  $S_R$ .

Результатом *композиції* нечітких відношень сенсу  $Q$  та  $R$  назвемо таке нечітке відношення сенсу  $P = \{ \langle i_l, i_j \rangle, \mu_p(\langle i_l, i_j \rangle) \} = Q \otimes R$ , яке задано на тому ж самому декартовому добутку  $I \times I$  та функція належності якого визначається за формулою

$$\mu_p(\langle i_l, i_j \rangle) = \max_{i_k \in I} \{ \min \{ \mu_Q(\langle i_l, i_k \rangle), \mu_R(\langle i_k, i_j \rangle) \} \}. \quad (2.17)$$

Операція *композиції* («МАХ-МІН») визначає нове нечітке відношення сенсу  $P$ , яке є відгуком (реакцією) інфологічної системи  $S_R$  на знання ІС  $S_Q$ . Якщо узагальнити функцію належності  $\mu_Q(\langle i_l, i_j \rangle)$  на міру сенсу  $S_e$  певної окремої події чи синтагми як ОК, то відношення сенсу  $\langle$ -рівня над результатом операції «МАХ-МІН»

можна вважати відповіддю ІС  $S_R$ , що безумовно потребує подальших досліджень.

На відміну від операцій (2.14)–(2.17) операції симетричної різниці та доповнення нечітких відношень сенсу в задачах пізнавальної діяльності, на думку авторів, корисної прикладної інтерпретації не мають. Потрібно зауважити, що внаслідок застосування операцій (2.14)–(2.17) в отриманих скінченних відношеннях сенсу також зникає властивість  $\overline{\mu_Q} = 0,5$ , але це пояснюється зникненням суб'єктивного характеру накопичення сенсу з втратою єдиного носія. Отже, з метою підтримки адекватності реакцій інфологічної системи, потрібно зберігати її базове відношення сенсу з функцією належності (2.9).

**Чисельна оцінка образного сенсу через поняття ентропії.** Поняття інформації, як і поняття знань не мають однозначного трактування, що підтверджується існуванням значної кількості різних означень. Цінність застосування цих понять у сучасних інформаційних технологіях базується на формальних обмеженнях і, головне, кількісних оцінках існуючих баз даних та баз знань. Очевидно, що найбільш загальний характер має класична міра інформації К. Шеннона, в основу якої покладено поняття ентропії [21]. Проте оцінка знань у вигляді наукового тексту або бази знань в одиницях інформації виглядає неінформативно чи, навіть, незрозуміло. Тому, в залежно від типу бази знань, використовують такі показники, як кількість аксіом, правил за типом ЯКЦО-ТО, вузлів семантичної мережі, фреймів тощо [6].

Шлях від загального поняття інформації до більш складного поняття знань має проходити через накладення певних формальних обмежень. Якщо в межах запропонованої теорії було формалізовано поняття образного сенсу деякої АМО на основі відповідної одиниці *Sav*, то варто провести їх кількісне порівняння з ентропійною оцінкою цієї ж самої АМО та одиницею інформації *Bit*. Така постановка задачі передбачає, що, власне, АМО і є тією системою обмежень, що породжує образний сенс з понять ентропії та інформації [20].

Задамо деяку АМО на певний момент часу такими параметрами:  $k_{lg}$  – кількість виявлених системою зв'язків між  $l$ -м та  $g$ -м образами,  $m$  – кількість ненульових елементів матриці  $A_Q$ . Також маємо

статистичну оцінку математичного сподівання кількості повторень одного зв'язку як  $\lambda = k_{\Sigma} / m$ , де  $k_{\Sigma} = \sum_{l=1}^n \sum_{g=1}^n k_{lg}$ . Внаслідок нормування образного сенсу кожної  $(l, g)$ -пари згідно з (2.10) сигмоїдальною функцією  $\mu_Q(<i_l, i_g >) = 1/(1 + e^{-k_{lg} + \lambda})$  отримуємо оцінку середнього значення образного сенсу однієї пари цієї АМО

$$\overline{\mu_Q} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \mu_{Qj} = 0,5 \text{ [Cав]}. \quad (2.18)$$

Згідно з запропонованим підходом одиниця образного сенсу розміром один *Cав* характеризує максимальну вагу  $(l, g)$ -пари АМО як  $\mu_Q(<i_l, i_g >) = 1$ . У той самий час факт появи на вході системи  $S$  кожної  $j$ -ї пари мовних образів з імовірністю  $p(x_j)$  дозволяє оцінити ентропію цієї системи. Для отримання верхньої межі ентропії будемо вважати, що ОК складається з незалежних пар образів, хоча в реальних природно-мовних конструкціях це не зовсім так. Відомо, що у цьому випадку загальна ентропія або кількість інформації [21] системи  $S$  дорівнює

$$H = - \sum_{j=1}^m n_j \cdot \log p(x_j), \quad (2.19)$$

де значення  $n_j$  відповідає  $k_{lg}$  як кількості зв'язків між  $l$ -м та  $g$ -м образами.

Також можна визначити середню ентропію, що припадає на одну пару. З цією метою розділимо (2.19) на  $k_{\Sigma}$ :

$$H_1 = - \sum_{j=1}^m \frac{n_j}{k_{\Sigma}} \cdot \log p(x_j).$$

Врахуємо, що для великих значень  $n_j$  та  $k_\Sigma$  імовірність  $j$ -ї пари мовних образів  $p(x_j) = \lim_{k_\Sigma \rightarrow \infty} \frac{n_j}{k_\Sigma}$ . Тоді середня ентропія однієї пари дорівнює

$$H_1 = - \sum_{j=1}^m p(x_j) \cdot \log p(x_j). \quad (2.20)$$

Оцінка (2.20) вже завищена умовою незалежності образних пар, але максимального значення середня ентропія пари досягає за додатковою умовою [21]: якщо поява кожної з  $m$  можливих пар мовних образів на вході  $S$  рівноімовірна, то

$$\overline{H_1} = \log_2 m \quad [Bim]. \quad (2.21)$$

Зрозуміло, що побудова матриці  $A_Q$  на основі реального текстового матеріалу не приведе до максимального значення ентропії. Але, з суто формального погляду кількісні оцінки  $\overline{\mu_Q}$  та  $\overline{H_1}$  є різними інтерпретаціями тієї ж самої чисельної характеристики АМО – середньої ваги однієї пари. Отже, з урахуванням (2.18), можна отримати верхню оцінку співвідношення одиниць образного сенсу та інформації як логарифмічну згортку

$$1 [Cav] = 2 \log_2 m \quad [Bim]. \quad (2.22)$$

Тепер визначимо нижню межу згортки інформації в образний сенс (2.20)–(2.22), взявши до уваги те, що кожне речення та відповідні до нього КМО та ОК є підграфами–деревами загального орієнтованого графу АМО. Тому поява тільки першої  $(l, g)$ -пари образів для  $S$  може бути незалежною, а всі наступні вже мають бути пов'язаними з  $l$ -м чи  $g$ -м образами або (рекурсивно) з новоприєднаними до підграфу образами. Для оцінки середньої ентропії однієї пари образів у таких умовах скористаємося виразом

$$H = - \sum_{i=1}^n p(x_i) \sum_{j=1}^n p(x_j / x_i) \cdot \log p(x_j / x_i),$$

де  $p(x_j / x_i)$  – умовна імовірність появи в системі  $S$  пари  $x_j$ , якщо попередньою парою була  $x_i$  [21].

Поставлена задача зводиться до рекурсивного визначення  $p(x_j / x_i)$  з елементів матриці  $A_Q$ . Позначимо  $(l, g)$ -пару як  $x_i$ , а у парі  $x_j$  разом з  $h$ -м має бути або  $l$ -й або  $g$ -й образ. Тоді маємо 4 варіанти

$$p(x_j / x_i) = \lim_{k_{\Sigma} \rightarrow \infty} \left( \frac{k_{hg} \mid k_{lh} \mid k_{gh} \mid k_{hl}}{k_{\Sigma hg} + k_{\Sigma lh} + k_{\Sigma gh} + k_{\Sigma hl}} \right).$$

Отже, обґрунтовано аксіоматику нечіткої міри сенсу, на основі якої побудовано топологічний і квазіметричний простір упорядкованих пар образів  $\Omega$ . Надано пізнавальну інтерпретацію таким операціям з нечіткими відношеннями образного сенсу, як перетин, об'єднання, різниця та композиція. Результати інтроспективного аналізу отриманих математичних співвідношень свідчать про належну формальну інтерпретацію відомих фактів з психології та фізіології людини стосовно мотивів діяльності, набутих рефлексів та відсутності низки властивостей нечітких відношень.

Окрім цього, запропоновану чисельну міру образного сенсу  $1\text{Сав}$  можна вважати логарифмічною згортою ентропії образних пар КМО, що обумовлена системою обмежень у вигляді семантичної мережі АМО.

## 2.6 Висновки за результатами моделювання ОКОС

Обґрунтовано постановку задачі моделювання ОКОС на основі визначення концептуальних понять сенсу у широкому значенні та образного сенсу з подальшою формалізацією простору образного сенсу через відповідну одиницю сенсу. Для реалізації моделі ОКОС у вигляді інфологічної системи визначено вимоги за 4-ма групами функціональних можливостей відомих конструктивних моделей ОС.



Розглянуті концептуальні поняття інфологічної системи та схеми взаємодії ІС дозволяють удосконалити кібернетичну модель пізнавальних процесів психічної діяльності людини за рахунок моделювання мотиваційно-емоційної сфери та використання критеріїв сенсу ІС через поняття ОК. Отриманий на основі застосування запропонованого онтогенетичного принципу критеріальний апарат забезпечує концептуальну можливість формальної оцінки ефективності інфологічної системи.

Запропоновано концепцію визначення образного сенсу природно-мовних конструкцій, у межах якої формалізовано ключові поняття моделі ОКОС – образу, зокрема мовному як четвірки основних змістовних концептів ( $N$  – поняття;  $O$  – об'єкт;  $M$  – метод;  $Q'$  – якість), асоціації та події. Отримана концептуальна модель дозволяє формалізувати взаємозв'язок між образними та лінгвістичними конструктами через нові означення МО, сенссполучення, синтагми і КМО.

Отримано формальні характеристики онтогенетичного методу створення бінарного нечіткого відношення образного сенсу  $Q$  інфологічної системи  $S_Q$  шляхом моделювання понять мотиваційної мети та емоційного стану. Запропоновано принципи послідовної багаторівневої побудови функції належності  $\mu_Q(<i_l, i_j >)$ , що породжує нечітке відношення  $Q$ , визначено основні властивості  $Q$ , зокрема характерну властивість онтогенетичного методу  $\overline{\mu_Q} = 0,5$ .

Обґрунтовано аксіоматику нечіткої міри сенсу, на основі якої побудовано топологічний і квазіметричний простір упорядкованих пар образів  $\Omega$ . Надано пізнавальну інтерпретацію таким операціям з нечіткими відношеннями образного сенсу, як перетин, об'єднання, різниця та композиція. Запропоновану чисельну міру образного сенсу  $1\text{ Сав}$  можна вважати логарифмічною згортокою ентропії образних пар КМО, що обумовлена системою обмежень у вигляді семантичної мережі АМО.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ДО РОЗДІЛУ 2

1. Бісікало О. В. Концептуальні основи моделювання образного мислення людини: монографія. Вінниця: ПП Балюк І. Б., ВДАУ, 2009. 163 с.
2. Бісікало О. В. Формальні методи образного аналізу та синтезу природно-мовних конструкцій : монографія. Вінниця: ВНТУ, 2013. 316 с.
3. Turing Alan. Computing Machinery and Intelligence. *Mind*, 1950. Vol. LIX, No. 236, P. 433-460.
4. ChatGPT 3.5. URL: <https://chatgpt.com/> (дата звернення: 01.07.2024).
5. Моїк І., Бісікало О., Бісікало Л. ChatGPT у порівнянні з аналогами *Науково-технічна конференція підрозділів ВНТУ: матеріали НТКП ВНТУ, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, 2023/* Вінниця: ВНТУ, 2023. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fksa/all-fksa-2023/paper/view/18641> (дата звернення: 01.07.2024).
6. Ullman J. D. Principles of Database & Knowledge-Base Systems, *Classical Database Systems. Computer Science Press*. 1990. Vol. 631 p.
7. Бісікало О. В. Інфологічний підхід до моделювання образного мислення людини. *Вісник СумДУ (Серія «Технічні науки»)*. 2009. № 2, С. 15–20.
8. Бісікало О. В. Комплекс інфологічного моделювання образного мислення людини. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. 2009. № 2/2(38), С. 14–17.
9. Fischer Tom. On simple representations of stopping times and stopping time sigma-algebras. *Statistics and Probability Letters*. No. 83 (1), 2013. P. 345–349.

10. Medicus Gerhard. Being Human – Bridging the Gap between the Sciences of Body and Mind. 2015. Berlin, VWB. URL: <https://books.google.com.ua/books?id=JA03rgEACAAJ>.

11. Широков В. А., Любченко Т. П., Шевченко І. В., Широков К. В. Граматичні системи : феноменологічний підхід. Київ : Наукова думка, 2018. 330 с.

12. WordNet® / Princeton University. URL: <http://wordnet.princeton.edu> (дата звернення: 01.07.2024).

13. Широков В. А. Комп'ютерна лексикографія. Київ: Наук. думка, 2011. 356 с.

14. Elffers Els. Saussurean structuralism and cognitive linguistics. *Histoire épistemologique Langage*. 2012. No.34 (1). P. 19-40. DOI: 10.3406/hel.2012.3235.

15. Бісікало О. В. Представлення пізнавальної діяльності на основі інфологічної моделі образного мислення людини. *Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології*. 2009. № 1 (17). С. 90-97.

16. Prokopchuk Y. The Concept of “Cognitive Computability”. *International Scientific and Technical Conference Information Technologies in Metallurgy and Mechanical Engineering: proceedings of the Conference "International Scientific and Technical Conference Information Technologies in Metallurgy and Mechanical Engineering" / Dnipro, Ukrainian State University of Science and Technologies, 2024. P. 204-210. DOI: <https://doi.org/10.34185/1991-7848.itmm.2024.01.035>*

17. Бісікало О. В., Кветний Р. Н. Аксиоматизація простору сенсу образних конструкцій. *Збірник наук. праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка*. Київ : ВІКНУ, 2009. Вип. 20. С. 121–127.

18. Raskin L., Sira O. Fuzzy models of rough mathematics. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. 2016. № 6/4 (84). С. 53–60.
19. Cox E. The fussy systems handbook. 2nd ed., Academic Press Professional. 1999. 716 p.
20. Borwein J., Lewis A. Convex Analysis and Nonlinear Optimization: Theory and Examples. Springer, 2006. No. 2. URL: <https://convexoptimization.com/TOOLS/Borwein.pdf>.
21. Yeung Raymond W.. The Science of Information. *Information Theory and Network Coding*. Springer, 2008. DOI: 10.1007/978-0-387-79234-7\_1.

### **3 СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ОСВІТНІМ ПРОЦЕСОМ, ПІДТРИМКИ МЕТОДИЧНОЇ, НАУКОВОЇ ТА УПРАВЛІНСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ JETIQ VNTU**

#### **3.1 Контурна модель електронного університету на основі системи JetIQ VNTU**

Розглянемо систему JetIQ як багатоконтурну модульну систему, в якій можна виділити макроконтури – функціональний, комунікаційний, управлінський та емоційно-мотиваційний, контури модулів системи та безпосередньо функцій або/і управлінські функції агентів електронного освітнього середовища. На рис. 3.1. подано схему взаємодії макроконтурів системи.

Всі зазначені контури не відокремлені один від одного, а працюють як єдина інформаційна екосистема. Функціональний макроконтур складається з модулів-агентів відповідно до освітніх та управлінських процесів і є ядром системи. Цей контур охоплюється управлінським, який, і собі, має окремі управлінські модулі (як, наприклад, система документообігу, електронний відділ кадрів) та містить програми моніторингу й контролю із статистичними інструментами. Є модулі, які відносяться до обох підсистем.

В кожному модулі також можна виділити елементи кожного з чотирьох макроконтурів. На рис. 3.1 подано схему взаємодії (колесо контурів) макроконтурів, яка може бути інтерпретована таким способом:

1. Перше коло – ядро – функціональний контур.
2. Друге коло – управління, яке охоплює функціонал, має зв'язки впливу та зворотного зв'язку з функціоналом.

3. Обидва кола пронизують комунікаційні зв'язки (зображено у вигляді наскрізних стрілок), на перетині яких утворюються емоційні кластери.



Рисунок 3.1 – Контури інформаційної екосистеми «Електронний університет»

Виділення цих контурів необхідно для розуміння їхніх цільових функцій і формування основи для побудови ефективного електронного університету. Контури можуть розглядатись відокремлено для визначення конкретних процесів, але функціонують вони в одній моделі для отримання високого рівня ефективності щодо реалізації процесів управління, надання освітніх послуг, комунікацій та мотивації всіх учасників.

Для формування функціонального та комунікаційного контурів використовується методика виявлення вимог та концепція віддзеркалення інформації. Методика виявлення вимог передбачає визначення потреб у виконанні основних цільових функцій учасниками процесів.

Використовуючи теорію множин і гіпотезу, що кожен макроконтур освітньої інформаційної екосистеми складається з підконтурів,

множина яких містить основні функції, можна сформувавши математичні моделі контурів освітньої інформаційної екосистеми JetIQ VNTU, модулі якої формують внутрішнє електронне освітнє середовище та пов'язані із зовнішніми сервісними системами. [5 - 10].

**Функціональний макроконтур** може бути подано як об'єднання множин функціональних контурів кабінету викладача  $K\_teach\_cab$ , кабінету студента  $K\_stud$ ; електронного деканату  $K\_el\_dean\_office$ , електронного відділу кадрів  $K\_el\_HR$ , інформаційного контуру внутрішньої вікіпедії  $K\_Wiki$  тощо. Кожен з представлених контурів містить функції, виконання яких здійснюється агентами – користувачами або/і програмними модулями.

$$\begin{aligned}
 K\_teach\_cab &= K\_f\_t\{Fr; F\_NLR; F\_el\_book; F\_el\_journal; F\_test; \\
 &F\_multimedia; F\_sites\}; \\
 K\_stud &\{F\_el\_gradebook; F\_NLR; F\_test, F\_rev\_game\}; \\
 K\_el\_dean\_office &\{F\_groups; F\_res\_docs; Fg; F\_admin\}; K\_el\_HR; \\
 K\_Wiki &\}.
 \end{aligned}
 \tag{3.1}$$

Розглянемо контури кожного окремого функціонального модуля. На рис. 3.2 представлено контури кабінету викладача.

Функціональний контур кабінету викладача  $K\_teach\_cab$  складається з таких основних як репозиторій (множина функцій –  $Fr$ ); навігатор навчальних ресурсів (множина функцій  $F\_NLR$ ); електронна книга (множина функцій  $F\_el\_book$ ); електронний журнал (множина функцій  $F\_el\_journal$ ); система тестування (множина функцій  $F\_test$ ); модуль роботи з файлами та мультимедіа (множина функцій  $F\_multimedia$ ); управління сайтом підрозділу та персональними сайтами  $F\_sites$ ).

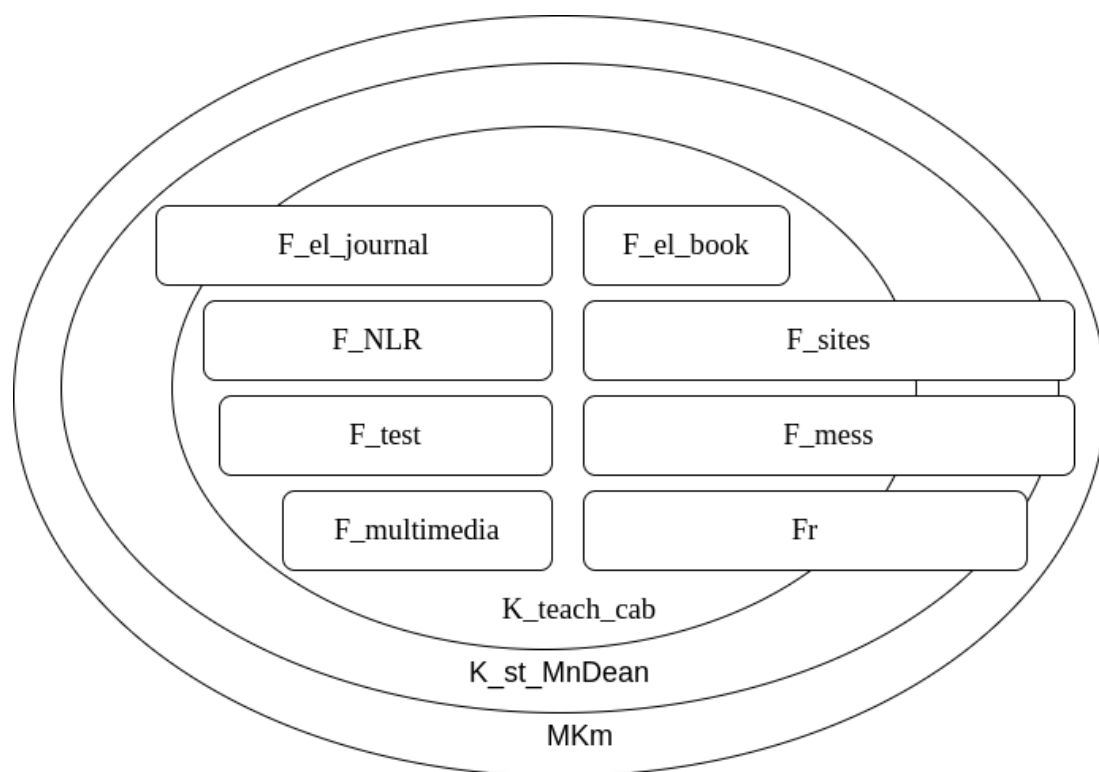


Рисунок 3.2 – Контури кабінету викладача

Головні функціональні модулі, подані на рис. 3.2, дозволяють працювати з електронним журналом, формувати навігатор дисципліни, створювати та використовувати різноманітні електронні ресурси персонального репозиторію, електронну книгу, бути адміністратором сайту кафедри або підрозділу, створювати та використовувати навчальні тести, користуватись різноманітними інструментами мультимедіа. Макроконтур комунікацій зв'язує кабінет викладача з кабінетом студента, а також з іншими агентами системи JetIQ – деканатом, керівництвом ( переважно через модулі управління освітніми програмами, SV, системою документообігу), співробітниками та викладачами. Управлінський та емоційно-мотиваційний макроконтур формуються у вигляді супроводжувальних повідомлень агентів системи.

На рис. 3.3 подано контури персонального кабінету студента.



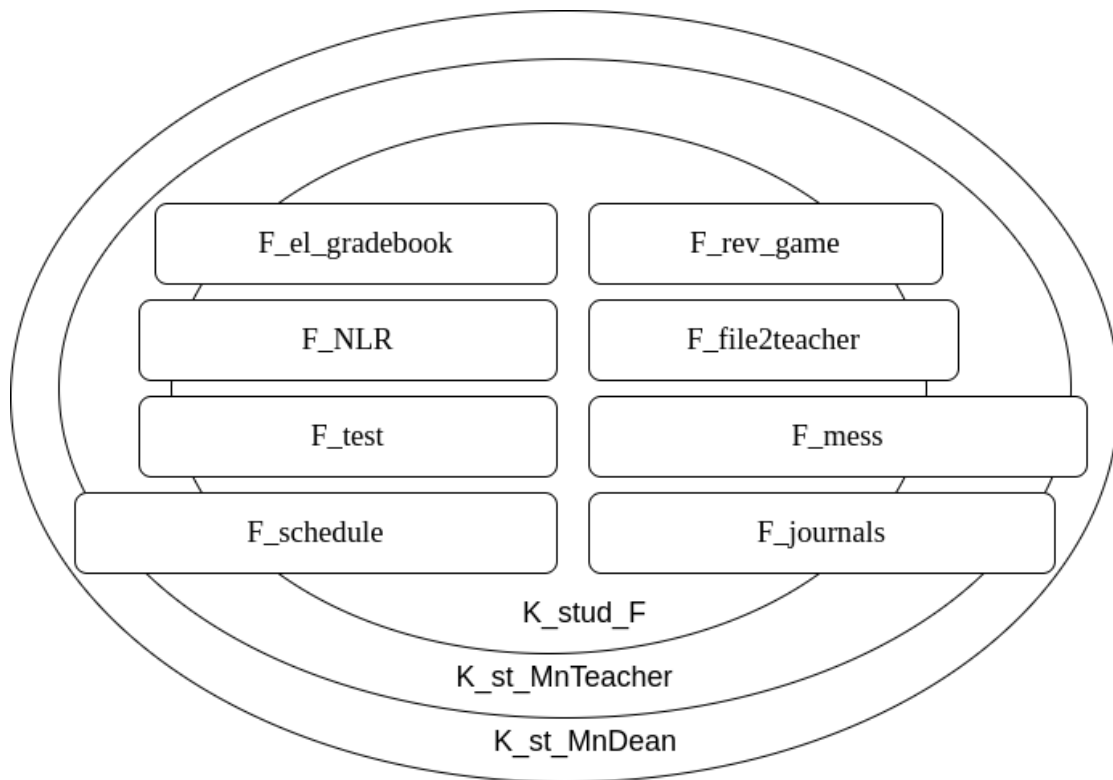


Рисунок 3.3 – Контури персонального кабінету студента

Функціональний контур кабінету студента  $K_{stud}$  складається з множини функцій роботи з електронною заліковою книжкою  $F_{el\_gradebook}$ ; електронними ресурсами навігатора  $F_{NLR}$ ; функціями для проходження тестів  $F_{test}$ , функціями перегляду отриманих нагород за модулем гейміфікації  $F_{rev\_game}$ ,  $F_{file2teacher}$  – обміну файлами з викладачами,  $F_{mess}$  – обмін повідомленнями у системі,  $F_{schedule}$  – розклад занять,  $F_{journals}$  – журнали успішності, відвідувань тощо. Комунікаційний, управлінський та мотиваційно-емоційний контури підтримуються викладачем через навігатор дисципліни, повідомлення, обмін файлами, електронним деканатом – через повідомлення, відомості успішності, фільтри різних статусів для студентів; повідомлення щодо процесів передачі відомостей успішності, файлів робіт в електронний архів.

На рис. 3.4 зображено контури електронного деканату.

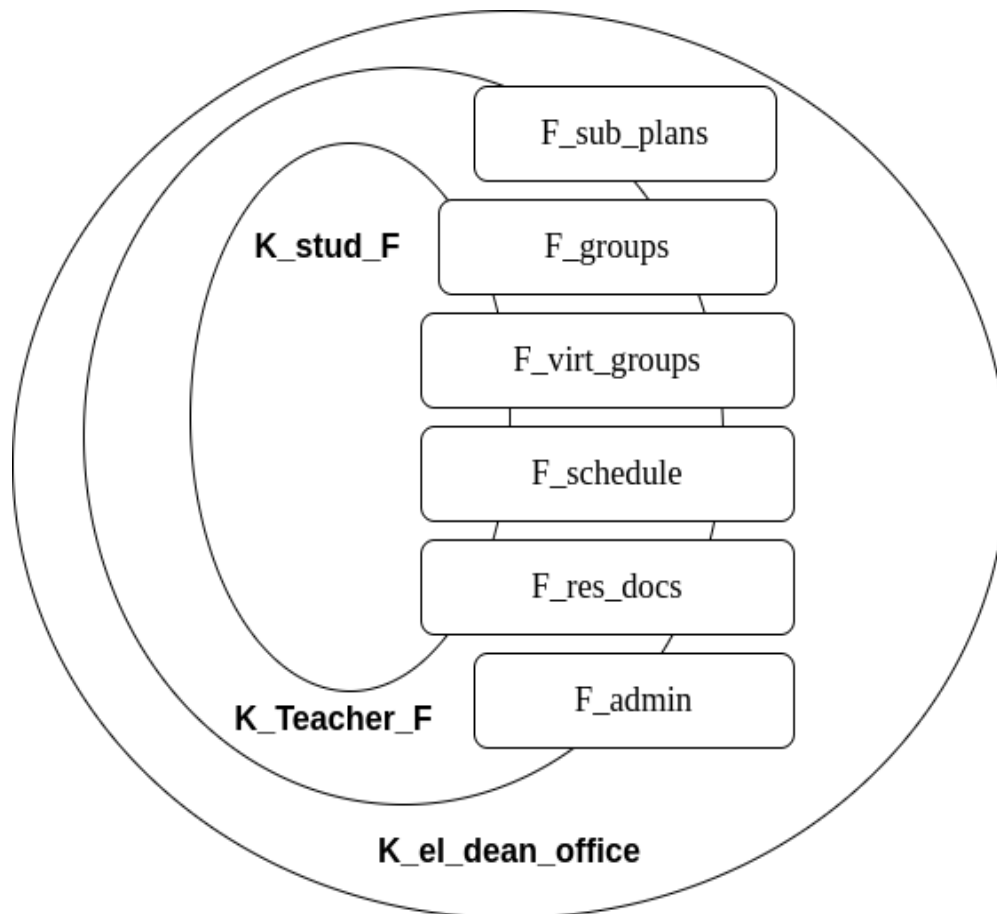


Рисунок 3.4 – Контури електронного деканату

Функціональний контур електронного деканату  $K_{el\_dean\_office}$  складається з множин функцій управління групами студентів, спеціальностями  $F_{groups}$ ; управління відомостями успішності та зведеними даними успішності здобувачів  $F_{res\_docs}$ ; управління віртуальними групами для організації процесів формування груп для вибіркових дисциплін  $F_{virt\_groups}$ ; інших адміністративних функцій  $F_{admin}$ . Комунікаційний, управлінський та емоційно-мотиваційний контури формуються відповідно до процесів взаємодії деканату з викладачами та студентами шляхом формування документів, які супроводжують освітній процес та повідомлень. Загальне управління здійснюється також керівництвом університету за допомогою системи документообігу.

**Макроконтур комунікацій**  $K_{communications}$  пронизує всі контури системи, але за основними множинами може бути поданий як множина файлів для передачі та отримання  $K_{files}$ ; множина

повідомлень  $K\_messages$ ; множина повідомлень на форумі навігатора дисципліни  $K\_forum\_NLR$ ; множина новин  $K\_news$ ; множина адміністративних повідомлень  $K\_adm\_messages$ ; множина повідомлень технічної підтримки  $K\_support$ .

$$MK\_communications = \{K\_files; K\_messages; K\_forum\_NLR; K\_news; K\_adm\_messages; K\_support\} \quad (3.2)$$

На рис. 3.5. подано комунікаційний макроконтур на прикладі комунікацій студента та викладача.

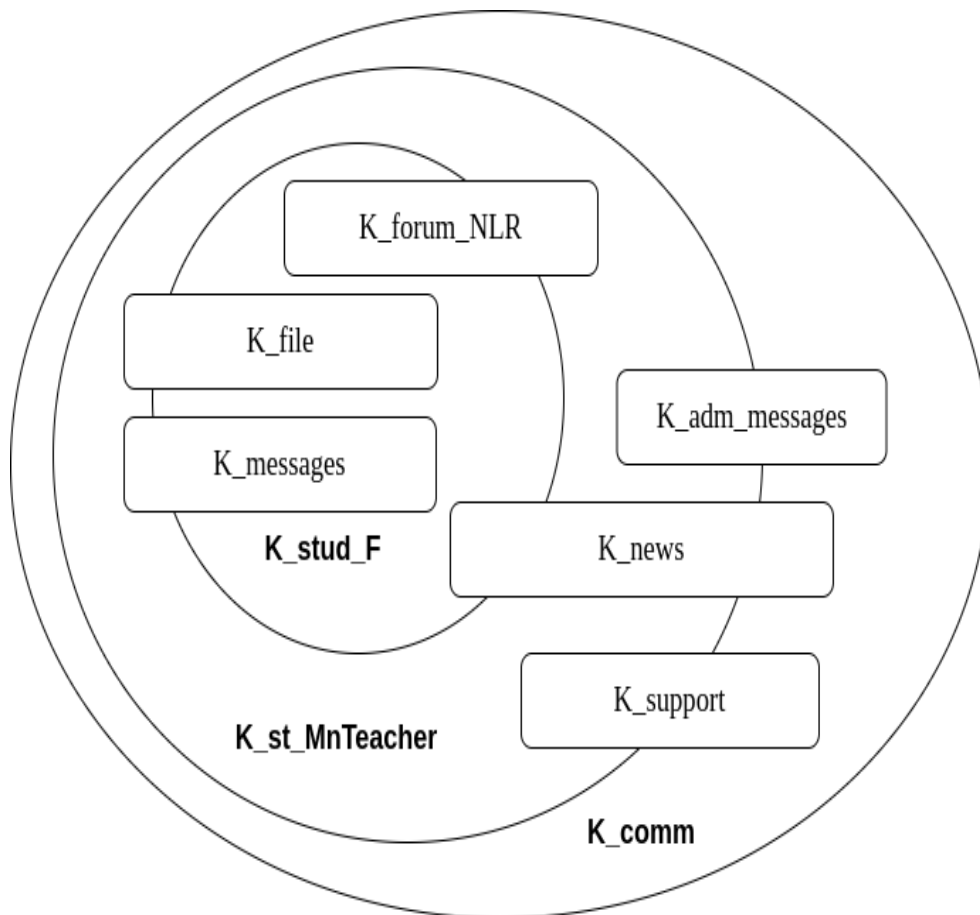


Рисунок 3.5 – Комунікаційний макроконтур на прикладі взаємодії студента та викладача

Якщо за контурами комунікацій та функціональними колами ми можемо сформувати об'єднану множину функцій та комунікацій для їх уточнення або виконання, то емоційно-мотиваційний контур складається з результатів виконання дій користувачем та формуванням

різноманітних повідомлень відповідно до дій та запитів, тобто на перетині множин функцій та комунікацій. Як, правило, такі повідомлення направляють користувача за алгоритмом дій або сприяють мотивації роботи користувача в системі. Такі повідомлення або бонуси (нагороди в модулі гейміфікації, відмітки в журналі активності) формуються як адміністративні повідомлення, статуси, автоматичні рейтингові стовпці таблиць в журналах тощо. Вони можуть бути реалізовані агентами-програмними модулями, агентами-адміністраторами, агентами-користувачами. Так, наприклад, множина нагород студента в модулі гейміфікації та статистика в журналі активності формується автоматично за статистичними даними роботи користувача в системі з електронними ресурсами, здійснення комунікацій, за результатами успішності тощо. Такі мотиваційні текстові та гейміфіковані повідомлення сприяють мотивації студентів для успішного навчання.

Повідомлення технічної підтримки формуються автоматично під час виконання дій користувачем.

На рис. 3.6 подано модель управлінського макроконтур.

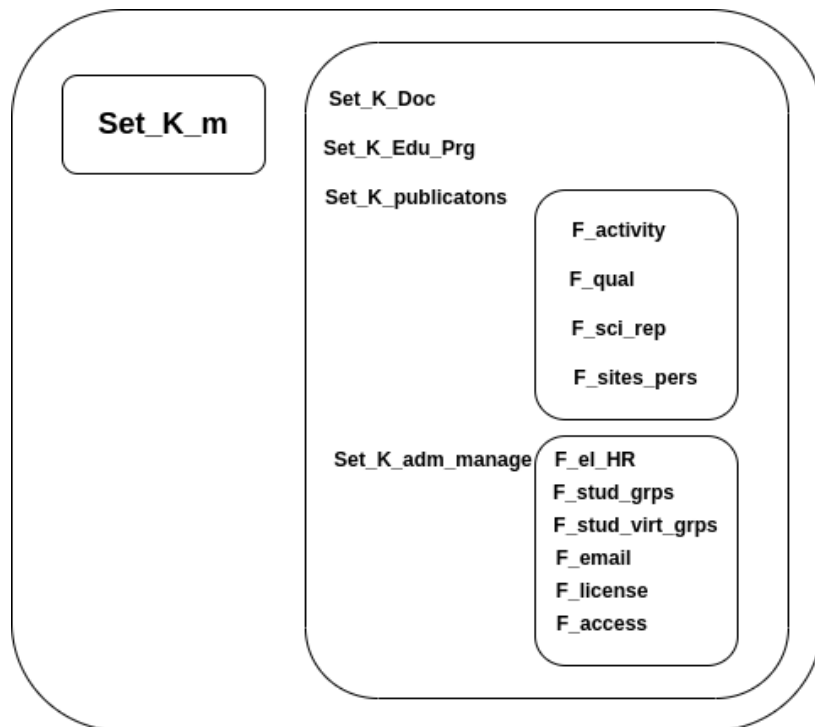


Рисунок 3.6 – Модель управлінського макроконтур

**Управлінський макроконтур** – множина Set\_K\_m охоплює всю систему JetIQ і може бути поданий як множина, що містить управлінські функції модулів системи документообігу Set\_K\_Doc; систем управління освітніми програмами Set\_K\_Edu\_Prg; публікаціями Set\_K\_publications; адміністрування Set\_K\_adm\_manag.

Контур управління публікаціями Set\_K\_publications містить множину функцій модуля показників активності F\_activity; множину функцій модуля моніторингу результатів підвищення кваліфікації F\_qual; множину функцій роботи з науковим репозиторієм F\_sci\_rep; множину функцій роботи з методичним репозиторієм F\_acad\_rep; множину функцій управління сайтом підрозділу та персональною сторінкою F\_sites\_pers; контур адміністративного управління Set\_K\_adm\_manag, серед функції якого є: управління персоналом та даними в електронному відділі кадрів F\_el\_HR; групами студентів (реальними та віртуальними (для вибіркових дисциплін) F\_stud\_grps; F\_stud\_virt\_grps; управління корпоративною поштою F\_email; ліцензіями щодо використання інтегрованого програмного забезпечення F\_license; рівнем доступу до модулів системи F\_access}.

$$\begin{aligned} \text{Set\_K\_m} &= \text{Set\_K\_Doc}; \text{Set\_K\_Edu\_Prg}; \text{Set\_K\_publications} \\ &\{ \text{F\_activity}; \text{F\_qual}; \text{F\_sci\_rep}; \text{F\_acad\_rep}; \text{F\_sites\_pers} \}; \\ \text{Set\_K\_adm\_manag} &\{ \text{F\_el\_HR}; \text{F\_stud\_grps}; \text{F\_stud\_virt\_grps}; \\ &\text{F\_email}; \text{F\_license}; \text{F\_access} \}. \end{aligned} \quad (3.3)$$

Зазначені математичні та візуальні моделі контурів освітньої інформаційної екосистеми дозволяють більш точно та детально проаналізувати всі реалізовані функції відповідно до потреб і певних освітніх та управлінських процесів, сформувати візуальні моделі взаємодії та роботи кожного окремого модуля.

Аналогічні моделі формуються для всіх видів діяльності та всіх учасників освітнього та управлінського процесів.

Платформа JetIQ автоматизує процеси управління університетом, освітнім процесом, надає можливості реалізації освітніх процесів в електронному інформаційному середовищі, здійснення внутрішніх та зовнішніх комунікацій, системи мотивації до навчання та іншої діяльності.

### 3.2 Модуль «Персональний кабінет викладача»

Персональний кабінет викладача призначений для підтримки всіх видів діяльності викладача – освітнього процесу – комунікації зі студентами та деканатом; проведення контрольних заходів, формування документів щодо результатів успішності; методичної роботи – публікації методичних праць в навігаторах дисциплін; наукової роботи – публікація наукових праць в науковому репозиторії; адміністративної роботи – збору інформації про показники активності та підвищення кваліфікації; освітні програми; різноманітні заходи тощо.



Рисунок 3.7 – Головна сторінка персонального кабінету викладача

Персональний кабінет викладача – комфортне середовище для структурування та зберігання інформаційних матеріалів для навчання, наукових праць, результатів підвищення кваліфікації та професійної активності; комунікацій із всіма учасниками екосистеми.

Вигляд екрана персонального кабінету викладача подано на рис. 3.7 [10].

В таблиці 3.1 подано основні види діяльності викладача та можливості їх підтримки системою JetIQ

Таблиця 3.1 – Види діяльності викладача та охоплення їх в системі

Види діяльності	Модуль системи JetIQ	Можливості для викладача
Освітній процес	Розклад	Динамічний моніторинг власного розкладу з ПК та мобільного застосунку, розкладу колег, студентських груп, знаходження вільних аудиторій.
	Файловий архів	Можливість зберігати в системі відео-, аудіо подкасти та електронні ресурси великого обсягу; надавати доступ до використання електронних ресурсів.
	Персональний репозиторій	Можливість зберігати методичні електронні ресурси для проведення всіх видів занять та надавати доступ до їх використання; швидкої публікації, експорт-імпорт електронних ресурсів.
	Навігатор навчальних ресурсів	Можливість структурувати та надавати студентам різноманітні електронні ресурси для вивчення навчальної дисципліни.
	TestIQ-майстер	Можливість створення тестів та проведення тестового поточного та підсумкового контролю.

Продовження таблиці 3.1

Освітній процес	Електронні книги та електронні посібники	Можливість створення та використання електронних книг, внесення посилань на них в навігаторі дисципліни.
	Електронний журнал	Можливість контролю успішності студентів.
	Комунікації	Можливості внутрішніх комунікацій студент-викладач, група-викладач; викладач-група; викладач-студент; студент-студент; викладач-викладач.
Науково-методична діяльність	Персональний репозиторій	Можливість зберігати та використовувати методичні електронні ресурси. Автоматизоване формування звіту викладача щодо опублікованих в репозиторії науково-методичного відділу методичних розробок.
Наукова діяльність	Персональний репозиторій	Можливість зберігати та використовувати наукові електронні ресурси. Автоматизоване формування звіту викладача щодо опублікованих в репозиторії наукових праць.
Діяльність куратора	Електронний деканат	Моніторинг успішності навчання та відвідування студентами занять.
Всі види діяльності та управління	Комунікації	Можливості внутрішніх комунікацій студент-викладач, група-викладач; викладач-група; викладач-студент; студент-студент; викладач-викладач. Електронний документообіг, управління освітніми програмами

Таке структурування видів за модулями дозволяє отримати інформацію щодо функціоналу для автоматизації видів діяльності викладача та формування спеціальних кейсів для подальшого моделювання, тестування та оцінювання якості роботи системи.

На рис. 3.8 подано вигляд екрана передачі повідомлень іншим користувачам системи JetIQ.



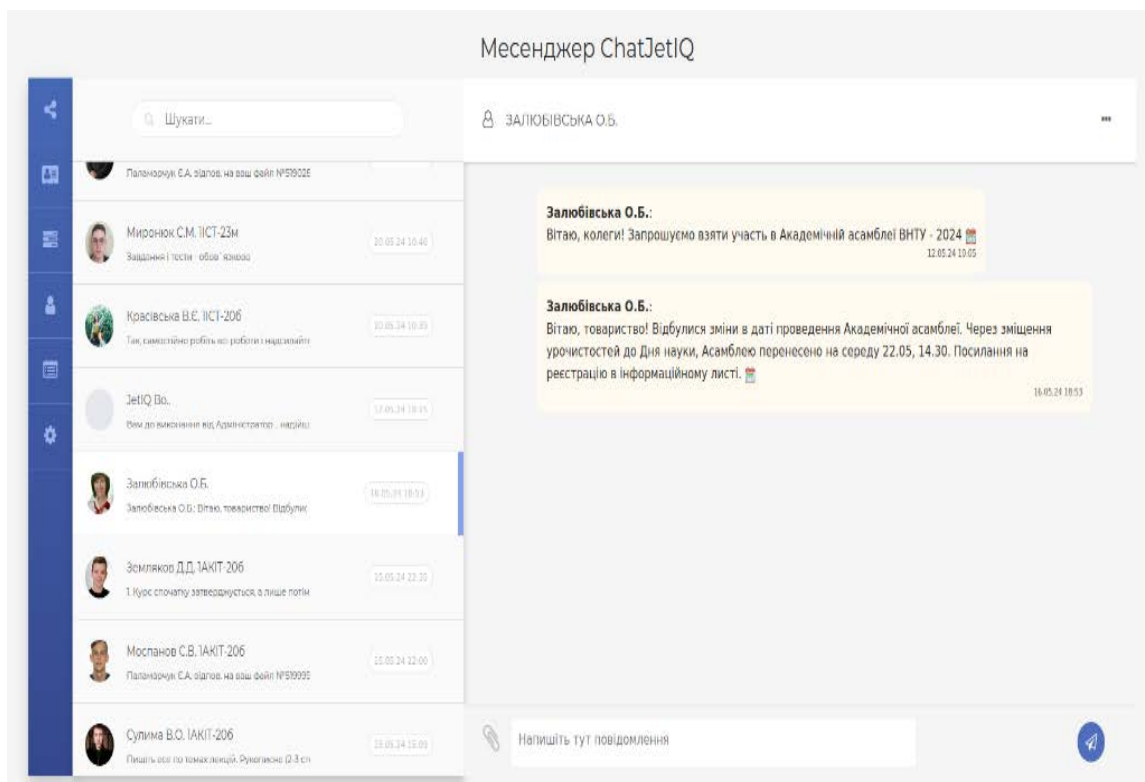


Рисунок 3.8 – Внутрішній месенджер системи JetIQ

На рис. 3.9 подано вигляд модуля Файл-Експрес з інформацією щодо надісланих студентами файлів.

Студенти, які надіслали мені файли


Дата (ост.)	Логін	Група	Прізвище	Файлів	Нові	Вид.
23.05.2024 22:03	01-22-031	ІСТ-22б	Тєста Дєніс Ігорович	2		<input type="checkbox"/>
22.05.2024 18:05	01-22-007	ІСТ-22б	Голубов Дмитро Євгенович	5		<input type="checkbox"/>
20.05.2024 22:53	01-22-011	ІСТ-22б	Занкевич Петро Андрійович	5		<input type="checkbox"/>
19.05.2024 17:21	01-23-040	ІСТ-23м	Миронюк Сергій Михайлович	2		<input type="checkbox"/>
17.05.2024 03:34	01-20-100	ІАКІТ-20б	Моспанов Святослав Опалійович	25		<input type="checkbox"/>
15.05.2024 22:53	01-20-063	ІАКІТ-20б	Земляков Дмитро Денисович	21		<input type="checkbox"/>
14.05.2024 09:37	01-23-050	ІСТ-23м	Мовчан Ярослав Сергійович	1		<input type="checkbox"/>
13.05.2024 21:39	01-22-027	ІСТ-22б	Ревенюк Тетяна Вікторівна	3		<input type="checkbox"/>
12.05.2024 19:00	01-22-015	ІСТ-22б	Козловський Олександр Сергійович	11		<input type="checkbox"/>

Рисунок 3.9 – Модуль передачі файлів Файл-Експрес


На рис. 3.10 подано вигляд навігатора дисципліни та його форуму для реалізації комунікацій між викладачами та студентами за темами певної дисципліни.

321105	Завдання протоколи (практичне заняття)		mp4	4
5485441	РМВОК Стандарт		pdf	Лк 0
389394	Нульовий спринт	Коваленко О.О.	pdf	ІМ 9
387883	Підготовка до тренінгу "Гнучкі методології"		url	3
5485346	<b>Питання</b>			
1677098	Питання до дисципліни "Основи програмної інженерії"	Коваленко О.О.	pdf	ІМ 6


#### Міні-форум

2024.04.01 11:29:11  Коваленко О.О. ✎ ✕


Прошу вислати файли в pdf. Вордівські файли тільки за домовленістю з викладачем як виключення

2024.03.29 06:51:22  Коваленко О.О. ✎ ✕


Студенти, які зареєструвались. Чекаю реєстрації від інших студентів. Тестування обов'язкове. Конкурс Управління проектами  
Миронюк Костянтин Андрійович активний  
Гулько Максим активний  
Маркевич Дмитро активний  
Уаглиць Богдан активний

2024.03.29 06:48:59  Коваленко О.О. ✎ ✕

Якщо дата захисту пропущена, то треба завантажити файл обов'язково і пояснювати викладачу, чому не захищали. Захист - на розсуд викладача.

2024.03.29 06:48:53  Коваленко О.О. ✎ ✕

Фінальні дати захисту лабораторних робіт. Захист - завантажений файл, демонстрація та відповіді на питання 04.03. 11.03 - 1 л.р.: 18.03. 25.03 - 2 л.р.; 01.04. 08.04 - 3 л.р. 15.04., 22.04. - 4 л.р. 15.04 - тестування з управління проектами на сайті IT-Uliverse, 29.04. 06.05 - 5 л.р., 13.05, 20.05 - 6 л.р. 27.05. 03.06 - 7 л.р., 10.06. 15.06 8 л.р. Команди, які представляють проекти на олімпіаді працюють в індивідуальному режимі, показують та обговорюють проекти з менторами та викладачами дисципліни Основи програмної інженерії.

2024.03.18 08:19:23  Коваленко О.О. ✎ ✕

Лабораторні роботи 1- етапи життєвого циклу та використання середовищ розробки програмного продукту та інших продуктів; 2 - Карта Захмана проекту, опис, мета, цілі, результати, ролі в команді, ролі користувачів. 3 - Методологія розробки; 4 -5 - Microsoft Project - 4 - Планування та моніторинг часу; 5 - планування та моніторинг витрат інших ресурсів; 6- UML, 7 Git hub 8 - презентація проекту. Структура презентації - 1.Титульний - тема, команда. 2. Мета, цілі, результати, карта реалізації. 3. Вибір методології. Життєвий цикл. 4. Реалізація проекту MS Dynatrac 5. ІММ. логіка зб'єднана з використанням Project в Git 6. Цистий url та зупинитися. Переглянути проекти 7. Тестування р

стор. 1 2 3 4

Наберіть текст повідомлення ...

Рисунок 3.10 – Форум навігатора дисципліни

В таблиці 3.2 подано охоплення процесів підтримки методичної та наукової роботи викладача.

За даними репозиторія, викладач може швидко сформувавши список праць. За даними сайту кафедри є можливість сформувавши список праць викладачів за певний період за напрямками методичної та наукової роботи.

Ресурс «Мій репозиторій» дає можливість викладачу здійснювати онлайн публікацію в загальних репозиторіях університету, а також одержувати повідомлення щодо публікацій в електронних ресурсах (журналах, матеріалах конференцій) університету. Моніторинг наукової діяльності викладача здійснюється на основі сформованої інформації через публікації в репозиторіях університету на особистому сайті викладача та сайті кафедри.

Таблиця 3.2 - Процеси підтримки методичної та наукової діяльності

Види діяльності	Модуль системи JetIQ	Можливості для викладача
Подання методичних та наукових електронних ресурсів, тестів, результатів навчання.	Файловий архів	Можливість зберігати в системі відео, аудіо подкасти та електронні інформаційні ресурси великого обсягу; надавати доступ до використання студентам та колегам
	Персональний репозиторій	Можливість зберігати методичні та наукові електронні ресурси для проведення всіх видів занять та надавати доступ до використання студентам та колегам. Можливість швидкої публікації власних електронних ресурсів в репозиторії та імпорт електронних ресурсів репозиторію університету у власний репозиторій. Автоматизоване формування звіту викладача щодо опублікованих в репозиторії науково-методичного відділу методичних розробок.
	Навігатор навчальних дисциплін	Можливість структурувати та надавати студентам різноманітні електронні ресурси для вивчення навчальної дисципліни.
	Тест-майстер	Можливість створення тестів та проведення тестового поточного та підсумкового контролю
	Електронні книги і електронні посібники	Можливість створення та використання електронних книг; внесення посилань на них в навігаторі дисципліни
	Електронні журнали	Можливість контролю успішності та активності студентів.
Результати науково-методичної діяльності	Сайт кафедри	Автоматизована система інтеграції результатів публікації наукових та методичних праць на сайті кафедри
	Особистий сайт викладача	Особистий сайт викладача з автоматизованою функцією оновлення опублікованих в репозиторіях методичних та наукових праць, формування автоматизованої звітності

Процеси підтримки методичної та наукової діяльності базуються, в основному, на формуванні даних репозиторія як результатів методичної та наукової роботи й зведення цих даних за роками,

кафедрами, у звіти щодо професійної активності викладача. Первинні дані заносяться самим викладачем.

Сайт кафедри (рис. 3.11) містить інформацію щодо її складу (підтримується електронним відділом кадрів), новин (підтримується всіма викладачами); методичного забезпечення, випускових робіт, наукових праць.



The image shows a web profile for Oleg Bisikalo, a lecturer at VNTU. It includes a portrait photo, a list of scientific publications, and navigation buttons. The profile is titled "Бісікало Олег Володимирович" and "Викладач ВНТУ". The "Наукова робота" section lists six publications, including monographs and articles in international journals and books.

**Бісікало Олег Володимирович**  
Викладач ВНТУ

**Наукова робота**

Розв'язання семантико-залежних задач комп'ютерної лінгвістики на основі моделювання асоціативного образного мислення людини.  
Автор 250 наукових та науково-методичних публікацій, зокрема шістьох монографій:

1. Бісікало О.В. Концептуальні основи моделювання образного мислення людини: монографія / О.В. Бісікало – Вінниця: ПП Балюк І.Б., ВДАУ, 2009. – 163 с. – ISBN 978-966-2959-62-3.
2. Бісікало О.В. Формальні методи образного аналізу та синтезу природно-мовних конструкцій : монографія / О. В. Бісікало. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 316 с. – ISBN 978-966-641-528-1.
3. Oleg V. Bisikalo, Roman N. Kvetny, Petro M. Povidayko, Yuriy A. Bunyak and others. Information Processing in Business, Security and Multimedia. Algorithms / Edited by Arkadiusz Liber. – Wrocław : Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2013. – 129 p. – ISBN 978-83-7493-808-2.
4. Кравчук І. А., Бісікало О.В. Інформаційна технологія формування метаданих для систем автоматизованого документообігу : монографія / І. А. Кравчук, О.В. Бісікало. – Вінниця : ВНТУ, 2016. – 164 с. – ISBN 978-966-641-671-4.
5. Лісовенко, А. І. Інформаційна технологія підтримки функції «запитання-відповідь» на основі образного аналізу фахових текстів : монографія [Електронний ресурс] / А. І. Лісовенко, О. В. Бісікало. – Вінниця : ВНТУ, 2019. – 180 с. – ISBN 978-966-641-764-3. – Режим доступу: <https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/book/512>
6. Oleh Bisikalo, Alexander Yahimovich. Keyword search based on lexical relationships in the text. – Mauritius : Lap Lambert Academic Publishing, 2019. – 57 p. – ISBN 978-620-0-00314-0.

Buttons: Резюме, Публікації, Розробки, Наукова робота, Навчально-методична робота, Розклад занять

Рисунок 3.11 – Особистий сайт викладача. Наукові публікації

На рисунку 3.12 подано сайт кафедри автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій (як приклад Jet-сайту системи JetIQ).

Кожен підрозділ університету має автоматизовано сформовані типові сайти, адміністратором яких є будь-який викладач або співробітник певного підрозділу.

Викладачі також мають можливість формування дистанційних та змішаних курсів на основі електронної книги та навігатора дисципліни, публікацію та моніторинг свої праць в репозиторії, моніторинг власних науково-метричних показників в системах Вебометрика України та Google Scholar.

## НОВИНИ, ПОДІЇ, ОГЛОШЕННЯ

### До уваги:

Кафедра здійснює підготовку фахівців за спеціальностями:

### 151 – «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Забезпечує викладання освітньої програми «**Інтелектуальні комп'ютерні системи управління**».

Кафедра готує спеціалістів ( бакалаврів, магістрів та докторів філософії) – **системотехніків з розробки, дослідження та експлуатації комп'ютерних систем та технологій.**

**Спеціальність охоплює:** найбільш поширені мови та технології програмування, операційні та прикладні програмні системи; засоби автоматизації проектування та програмування; комп'ютерно-інтегровані технології управління виробництвом та складними системами; математичні методи моделювання та комп'ютерних обчислень; сучасні WEB технології; нові засоби обробки інформації та інтелектуальні технології; телекомунікаційні та комп'ютерні системи і мережі; принципи побудови систем прийняття рішень на світових фінансових ринках.

Кафедру очолює Заслужений діяч науки та техніки України, член-кореспондент Національної академії педагогічних наук України, доктор технічних наук, професор **Квистний Роман Наумович**. На кафедрі працюють **20 викладачів – академіків, професорів, доцентів, докторів та кандидатів наук.**

Спеціальність вважається найбільш універсальною на ринку праці саме тому, що охоплює дуже велике коло застосувань комп'ютерних систем. Вихованці кафедри працюють та продовжують освіту в США,

### Новини:



2019-03-15 16:20:34 опублік. Гармаш Володимир Володимирович

13-15 березня 2019 року на кафедрі автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій відбулося засідання секції "Автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій" XLVIII Науково-технічної конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету.

На засіданні було представлено понад 60 доповідей. Свої доповіді представили ...

ЧИТАТИ ДАЛІ →

2018-02-09 14:50:28 опублік. Маслій Роман Васильович

18-19 січня 2018 р. на кафедрі автоматизації та інформаційно-виміральної техніки відбулися захисти магістерських кваліфікаційних робіт зі спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». Кращі з них представлено на

Рисунок 3.12 – Jet-сайт кафедри в системі «JetIQ VNTU»

Одним з найбільш розвинутих блоків комунікаційного макроконтурю є модуль публікації та поширення новин. Новини публікуються в актуальній стрічці новин. Є можливість додавання рисунків та посилань. Приклад публікації новин подано на рисунку 3.13.

редактор новин Jet-сайту "Кафедра Програмного забезпечення" ?

внесіть(и) Кошаченко Олена Олександрівна!

Цей сторічку Ви можете самостійно від свого імені створювати новини або анонси, які публікуються на всьому сайті Jet-сайту.

Завжди автоматично розповсюджувати у **гарячих стрічках новин** JetIQ і головного сайту університету; у соціальних мережах **Twitter** і **Facebook**.

Уважайте **правила новин** або **завжди позначайте характеристики новин**. Якщо потрібно форматувати текст, використовуйте **HTML** тегів.

Вікі з адміністративними правами буде мати **»**

Додати новину Кафедра Програмного забезпечення

публіковані новини

№	Дата	Зобр.	Автор	Текст новини	Захит	Кад.	Фак.	Ред.	Вид.
1	2019-11-16 17:10:17		Кошаченко Олена Олександрівна	Шановні викладачі! Прошу активуватись у питанні публікації новин в системі JetIQ. Новина, що публікується в системі, дублюється на сайті кафедри, факультету, університету, в твітері та фейсбуці. Таким чином здійснюється популяризація нашої діяльності. Інструкція з публікації новин тут: <a href="https://vk.vntu.edu.ua/wiki/index.php/%D0%9F%D1%82%D0%B1%D0%B8%D1%99%D0%BA%D0%80%D1%86%D1%56%D1%6F_%D0%BD%D0%BE%D0%...">https://vk.vntu.edu.ua/wiki/index.php/%D0%9F%D1%82%D0%B1%D0%B8%D1%99%D0%BA%D0%80%D1%86%D1%56%D1%6F_%D0%BD%D0%BE%D0%...</a>	☑	+	+	+	✗
2	2019-11-13 07:46:07		Кошаченко Олена Олександрівна	Шановні викладачі! Публікація робочих програм та силabusів здійснюється за інструкцією публікації будь-якого електронного ресурса. 1. Публікація в модулі "Мій репозиторий". Зверніть увагу на вид публікації - РП або силabus. 2. Прикріплення в навігаторі дисципліни. 3. Силabus (або) робоча програма з'явиться в закладці jet-сайту Силabus. ... <a href="#">переглянути</a>	☑	+	+	+	✗
3	2019-10-10 08:42:49		Кошаченко Олена Олександрівна	Друзі, сьогодні відбувається зустріч автором проєкта #45, 15:00 в 222 ГУК'юшо у вас є питання, прикладі, і вам все розкажуть... <a href="#">переглянути</a>	☑	+	+	+	✗
4	2019-10-04 07:32:39		Кошаченко Олена Олександрівна	Головуючі за проєкт-бюджету громадських ініціатив відкриті! Місту, університету, студентам та викладачам потрібна сучасна локалітет і біблію (дани, творчість та відпочивку доріжню. Лявруль запрошує найбільш цікаві діячів до розробки міста. Студенти і викладачі - долучайтесь! В університеті з'явиться нова сучасна локалітет для нових ідей, творчості та відпочивку! Головуючі за ... <a href="#">переглянути</a>	☑	+	+	+	✗
5	2019-06-14 12:13:28		Кошаченко Олена Олександрівна	Вітаємо фіналістів олімпіади Андреев А.О., Босак Ю.А., Ботлевського В.С., Дмитрієно Д.В., Ісанова А.В., Керюшко В.Р., Кравченко Д.А., Кренцна М.Д., Кульчацького Б.В., Лявров В.В., Лявров А.Д., Лявров С.С., Малавіна П.П., Местерука В. В., Паламарчука Д.П., Полюнова Я. О., Сегайда Л. Л., Татарчука А. Е., Ткачка В. О., Уманця О. О., Чернецького Н.В., Шипського Ю. О., Восмишко О.В. Щира по... <a href="#">переглянути</a>	☑	+	+	+	✗

Рисунок 3.13 – Вікно публікації новин

Дублікат новин може бути здійснено на сайті факультету та університету. Після цього новини публікуються в соціальних мережах (рис. 3.14).

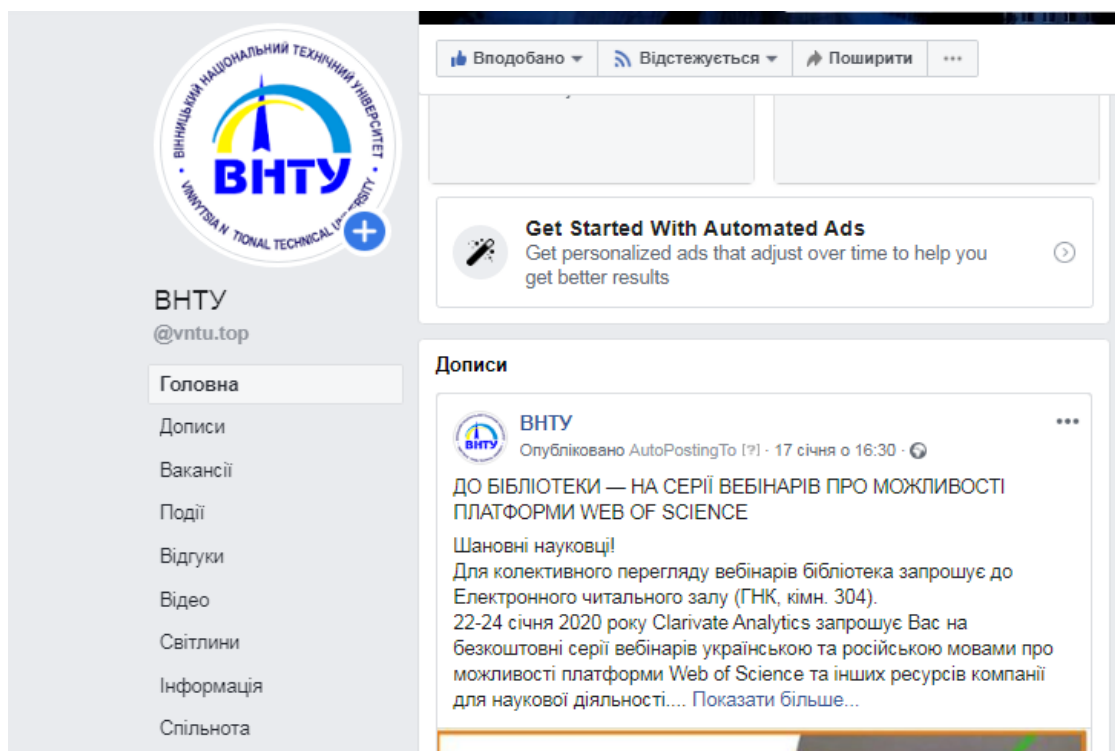


Рисунок 3.14 – Дублікат новин в соціальній мережі

Отже, модуль публікацій новин забезпечує внутрішні та зовнішні комунікації шляхом автоматичної публікації даних щодо діяльності університету, факультету, кафедри, викладача та їх поширення через соціальні мережі.

Внутрішнє управління дорученнями здійснюється через модуль системи управління документообігом. На рис. 3.15 подано вигляд екрана системи документообігу.

С	№	Дата	Від кого/кому	Завдання	Статус	Звіт про виконання	До	Вик.	Ще	Вид
●	1865	2024-05-22	Мойні В.Б.	Вітаю, ВБ! Прошу перевірити дублювання цього дозвучення з DocJettQ на пошту Vbolskiy@univ.edu.ua. Промоделюйте слани. Відповідь налішить окди. Я також перевірю свої нотифікації.	✓	Дякує, отримав і продублював на пошту	2024-05-22	2024-05-22	-	🗑️
■	1797	2024-05-17	Біскало О.В.	Ознайомитись з навігом та відтепер так і планувати	📌	Ознайомився	2024-05-24			👤
■	1701	2024-05-06	Біскало О.В.	Як швидко рухавсь у впровадженні системи документообігу?	📌	Успішно! Дог, що ми запланували, вже є	2023-05-12	2024-05-06		
■	775	2023-10-24	Войтович О.П.	Зустріч з експертною групою НАЗРБО, за спеціальністю 123 кібербезпека ОПП «Кибербезпека інформаційних технологій та систем» за другим (магістерським) рівнем вищої освіти. 27 жовтня 2023 з 11:00 до 11:30	📌	Участь у засіданні пройшла	2023-10-27 11:00	2023-10-30		
■	753	2023-10-23	Біскало О.В.	Запланована аспрактия. Згідно Розпорядження № 71-188 прошу укласти ваші аспранти 1-го року навчання викладачі п. 3.1. особливі вакаціями с список праць! Зв'язування проведемо 01.11.23 р. (середа) о 15-15 у форматі Формат - у мене в кабінеті (бачимо) або за посиланням <a href="https://meet.google.com/nkr-nygf-csf?">https://meet.google.com/nkr-nygf-csf?</a>	📌	Безу до виконання.	2023-11-01	2023-10-23		
■	516	2023-10-17	Біскало О.В.	Тестуємо модуль Doc-JettQ. Прошу прочитати файл і у відповідь мені написати своє бачення.	📌	Запит на виконання одержав. Також він продубльований на email у мобільній додатку і у кабінеті викладача.	2023-11-16	2023-10-23		
●	591	2023-10-17	Біскало О.В.	Я взає би собі на БДР з СМАРТ 205 Маруна Ю. (он розробив новий каб. студента) (цей такий наш) та можна й Бондарє Н. (працює в ІнтерЦЕХ) (не обов'язково)	📌	Привіттю, Світлане Анаполівноу!	2023-11-17	2023-11-17	-	🗑️

Рисунок 3.15 – Система документообігу

Подана система документообігу разом з електронним деканатом та іншими службами є основою управлінського макроконтурі.

### 3.3 Модуль «Персональний кабінет студента»


Електронне інформаційне середовище студента (здобувача вищої освіти) – персональний кабінет студента – дозволяє студенту мати інформацію щодо всіх дисциплін, які викладаються в поточному семестрі, доступ до електронних інформаційних ресурсів, тестів, результатів оцінювання протягом семестру, здійснити вибір дисциплін вибіркового блока. Здобувач також має можливості активних комунікацій з користувачами, викладачами, методистами та іншими студентами. Також для здобувачів, що вивчають або займаються веб-програмуванням, передбачено можливість працювати в навчальному серверному середовищі.

Можна резюмувати, що персональний кабінет студента – зручне комфортне середовище зі структурованою системою інформаційних ресурсів для навчання в синхронному та асинхронному режимах; самоконтролю за результатами успішності та активності з елементами гейміфікації та модулем комунікацій. Зазначений модуль реалізовано відповідно до контурів, зображених на рис. 3.2.

На рис. 3.16 подано головну сторінку персонального кабінету студента.

JetIQ Кабінет [Матеріали](#) [Розклад](#) [Мої результати](#) [Повідомлення](#) [Мої інструменти](#) [Смартфон](#) [Вихід](#)

Вітаємо, Тестовий студент 0  
 гр. АБ-236, 4535 відвід, (20.05.2024 14:21:04), тестів:  
 ☎ 00-00-000.stud@vntu.vn.ua



**СТАТУСИ**  
 Почтавець  
 Сріблястий птах  
 Фанат JetIQ  
 Часоворот  
 Завзятий книголюб

**НАГОРОДИ**  
 Gold  
 Північно  
 скремно про себе  
 Реєстр нагород

**УЧАСНИК**  
 JetIQ Mobile  
 JetIQ Checkin

**СПОВІЩЕННЯ**

22.05.24 20:21 **Теклюк А.І.:**  
 Черговий тур студентського чемпіонату по "Що? Де? Коли?". 23 травня о 16.30 в ауд. 3119. Запрошуємо! ✨

07.05.24 20:08 **Теклюк А.І.:**  
 Черговий тур студентського чемпіонату по "Що? Де? Коли?". відбудеться 9 травня о 16.30 в ауд. 3119. Гра присвячена Дню Європи. На переможців очікують приємні сюрпризи!

Розклад на (2 тижд.): 📅 📱 📧

1. (08:15-09:00): **5301 ЛР** Дискретна математика, Іванов Ю.Ю. (1 гр.) **5205 ЛР** Дискретна математика, Кривоубченко С.Г. (2 гр.)  
 2. (09:15-10:00): **5301 ЛР** Дискретна математика, Іванов Ю.Ю. (1 гр.) **5205 ЛР** Дискретна математика, Кривоубченко С.Г. (2 гр.)  
 3. (10:15-11:00): **3423 ПЗ** Іноземна мова за професійним спрямуванням, Сташкевич І.А. (1 гр.) **2304а ПЗ** Іноземна мова за професійним спрямуванням, Габрійчук Л.Е. (2 гр.)  
 4. (11:15-12:00): **3423 ПЗ** Іноземна мова за професійним спрямуванням, Сташкевич І.А. (1 гр.) **2304а ПЗ** Іноземна мова за професійним спрямуванням, Габрійчук Л.Е. (2 гр.)  
 5. (12:15-13:00): **5119 ЛК** Дискретна математика, Іванов Ю.Ю.  
 6. (13:15-14:00): **5119 ЛК** Дискретна математика, Іванов Ю.Ю.

Рисунок 3.16 – Головна сторінка персонального кабінету студента

На рисунку 3.17 подано модуль мотиваційно-емоційного макроконтур, реалізованого у вигляді модуля гейміфікації. Отримані нагороди, статуси фіксуються також в журналі активності (кабінет викладача). Це мотивує студента до активних дій в навчанні та комунікаціях в системі.



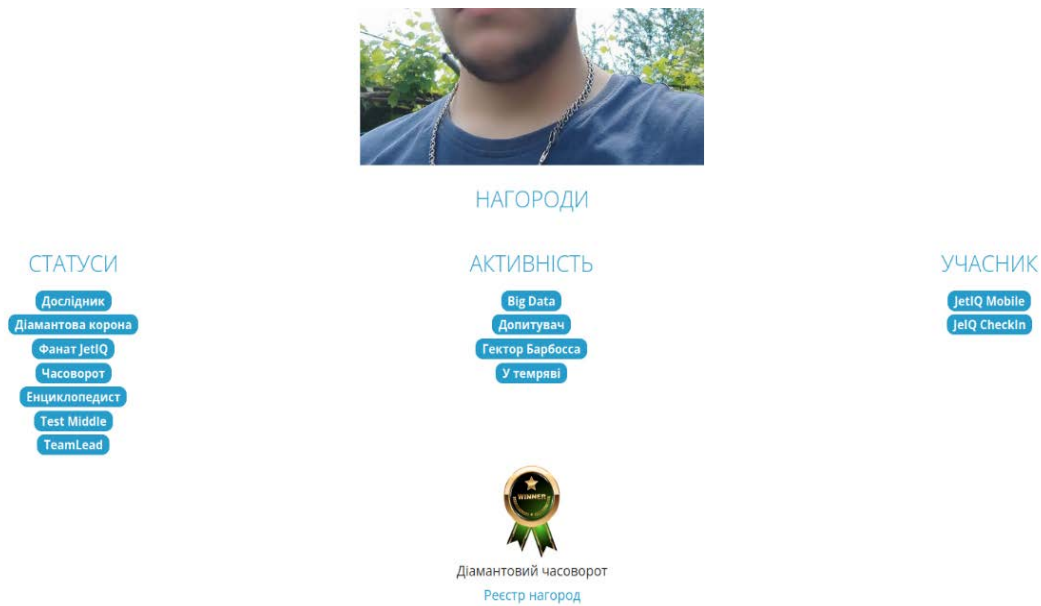


Рисунок 3.17 – Модуль гейміфікації в персональному кабінеті студента

На рис. 3.18 зображено меню основних функцій в кабінеті студента.

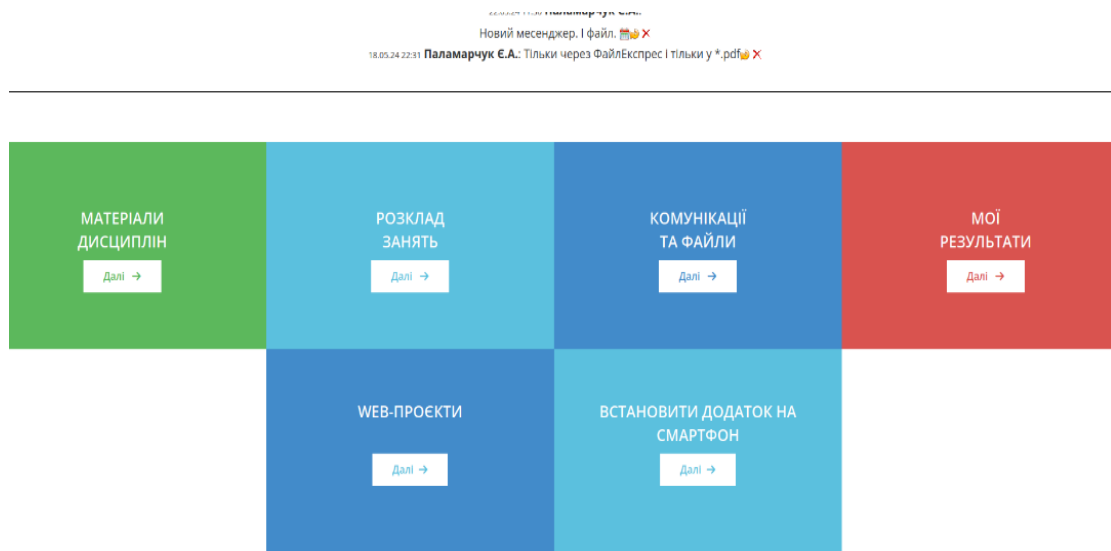


Рисунок 3.18 – Основні функції в кабінеті студента

Використаємо кейсовий метод для демонстрації реалізації функцій, комунікацій та емоційних повідомлень в кабінеті студента.

1. Доступ до кабінету мають студенти, які зареєстровані як зараховані студенти в ЄДЕБО через спеціальну систему LoD та електронний деканат відповідного факультету.

2. Студент має можливість зареєструвати власну та корпоративну пошту, змінити пароль, підключити ресурси Microsoft Office 365 й Google WorkSpace.

3. Головні модулі пасивних комунікацій для студента:

3.1. Розклад – комунікація деканат-студент.

3.2 Дисципліни за семестрами та для вибору – комунікація – викладачі дисциплін – через силабуси.

3.3 Статуси і нагороди – результати моніторингу активності студента в системі JetIQ – комунікація система-студент.

3.4 Результати успішності – електронна залікова книжка.

3.5 Робота з електронними навчальними ресурсами через навігатор.

3.6 Надання інформації щодо розвитку університету, діяльності факультету, кафедри шляхом отримання інформації з сайтів.

4. Активні комунікації студента:

4.1 Передача повідомлень.

4.2. Передача файлів з коментарями.

4.3 Коментарі у форумі навігатора дисципліни.

4.4 Участь в опитуваннях (відповіді).

Загальний вигляд блока «Студентська» (для тестового студента, блок - матеріали) подано на рис. 3.19.

Студентський кабінет – є інформаційним середовищем студента, де він ознайомлюється з розкладом, обов’язковими дисциплінами, моніторить результати успішності та активності, а також здійснює активні дії – проходить тестування, взаємодіє з викладачами, зі студентами, відсилає файлові роботи, вибирає дисципліни, проходить опитування .

## МАТЕРІАЛИ

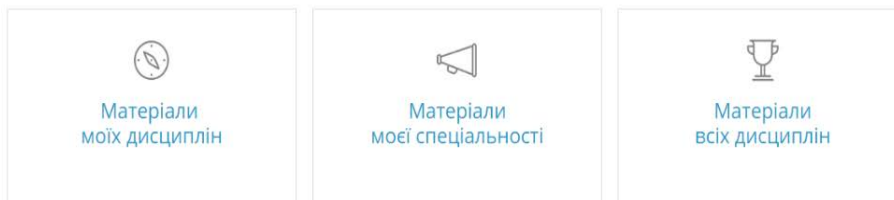







Рисунок 3.19 – Блок матеріали для студента

Студент має можливість здійснювати моніторинг результатів навчання відповідно до записів в електронному журналі успішності (рис. 3.20)

Студент: Тестовий студент 0 Група: АБ-206

Відвідувань: 2299 раз. В останнє: 20.01.2020 08:29:16

-  Електронна залікова книжка
-  Електронний журнал успішності
-  Журнал пропусків
-  Журнал відвідувань
-  Журнал заборгованостей

## Електронний журнал успішності

студента: Тестовий студент 0 гр. АБ-206



№	Семестр	Дисципліна	Тип	Викладач
	1	Інформаційні технології моніторингу та аналізу даних	Модуль	Мокіч Віталій Борисович
	1	Архітектура комп'ютерів та мереж	Модуль	Бурдєва Олена Володимирівна

Рисунок 3.20 – Результати навчання студента

Крім перелічених функцій, студент може брати участь у веб-проектах, завантажити мобільну версію системи.

### 3.4 Електронний деканат

Електронний деканат є головним модулем для методистів, заступників деканів та деканів факультетів, в якому автоматизовано всі існуючі на сьогодні зведені документи щодо відвідування занять, успішності студентів, що дозволяють швидко здійснити моніторинг успішності студентів та відвідування занять (рисунок 3.21) [9].

The screenshot displays the 'Монитор освіт. процесу' web application. At the top, there is a navigation bar with 'Монитор' highlighted. Below it, a header indicates 'Монитор освіт. процесу. 8 сем. 2023-2024.' and 'відом: №1'. The main content area is divided into three sections, each representing a semester:

- ІСТ-206 (15):** A table with columns: №, трим., Дисципліна, Мод. (+/-), АР, КР, КР, Е/Д/З/І, ЗЕЛ, ОП, НР, ВР, ПП, ККР. Rows include 'Системні аспекти (Договорний)', 'ІТ-інфраструктура (Паламарчук)', 'Проєктування віртуальної, доповненої та змішаної реальності (Кукун)', 'Технологія створення програмних продуктів (Горіна)', 'Управління ІТ-проектами (Соціємський)', and 'Переддипломна практика'.
- ІАКІТ-206 (23):** A table with the same structure as the first. Rows include 'Програмні засоби систем автоматизації (Бікош)', 'Проєктування систем автоматизації (Піпінко)', 'Самостійне навчання під керівництвом ментора (Паламарчук)', 'Основи інтелектуальної технології (Бікош)', 'Інформаційна безпека автоматизованих систем (Гармаш)', and 'Переддипломна практика'.
- ІМН-206 (21):** A table with the same structure. Rows include 'Нейрокомп'ютерні технології штучного інтелекту (Колесницький)', 'Технології надданих та захисту інформації (Бікош)', 'Сучасні парадигми штучних нейрові мереж (Колесницький)', 'Технології комп'ютерного проєктування (Савчук)', 'Інтелектуальний аналіз даних та машинне навчання (визначу)', and 'Управління ІТ-проектами (Соціємський)'.

Below the semester tables, there are three sections for semester results:

- 1 семестр/тримістр:** A table with columns: №, Дисципліна, Форма, Година, Кредитні Бали, ECTS, Оцінка, Дата, Випускник. Rows include 'Комп'ютерна графіка', 'Вивід математики', 'Фізика', 'Комп'ютерні технології та програмування', 'Історія та культура України', and 'Основи автоматизації'.
- 2 семестр/тримістр:** A table with the same structure. Rows include 'Комп'ютерні технології та програмування', 'Вивід математики', 'Фізика', 'Web-технології', 'Українська мова (за професійним спрямуванням)', 'Основи комп'ютерно інтегрованих технологій', and 'Web-технології'.
- 3 семестр/тримістр:** A table with the same structure. Rows include 'Системи управління базами даних', 'Електроніка та мікропроцесорна техніка', 'Вивід математики', 'Філософія', 'Психологія особистості', 'Елементи баз-енд технологій', and 'Електроніка та мікропроцесорна техніка'.

The bottom section is labeled '4 семестр/тримістр' but contains no data.

Рисунок 3.21 – Середовище електронного деканату

На рис. 3.22 подано модель функціонала електронного університету за напрямом автоматизації освітнього процесу та комунікації між викладачами, студентами, деканатом.

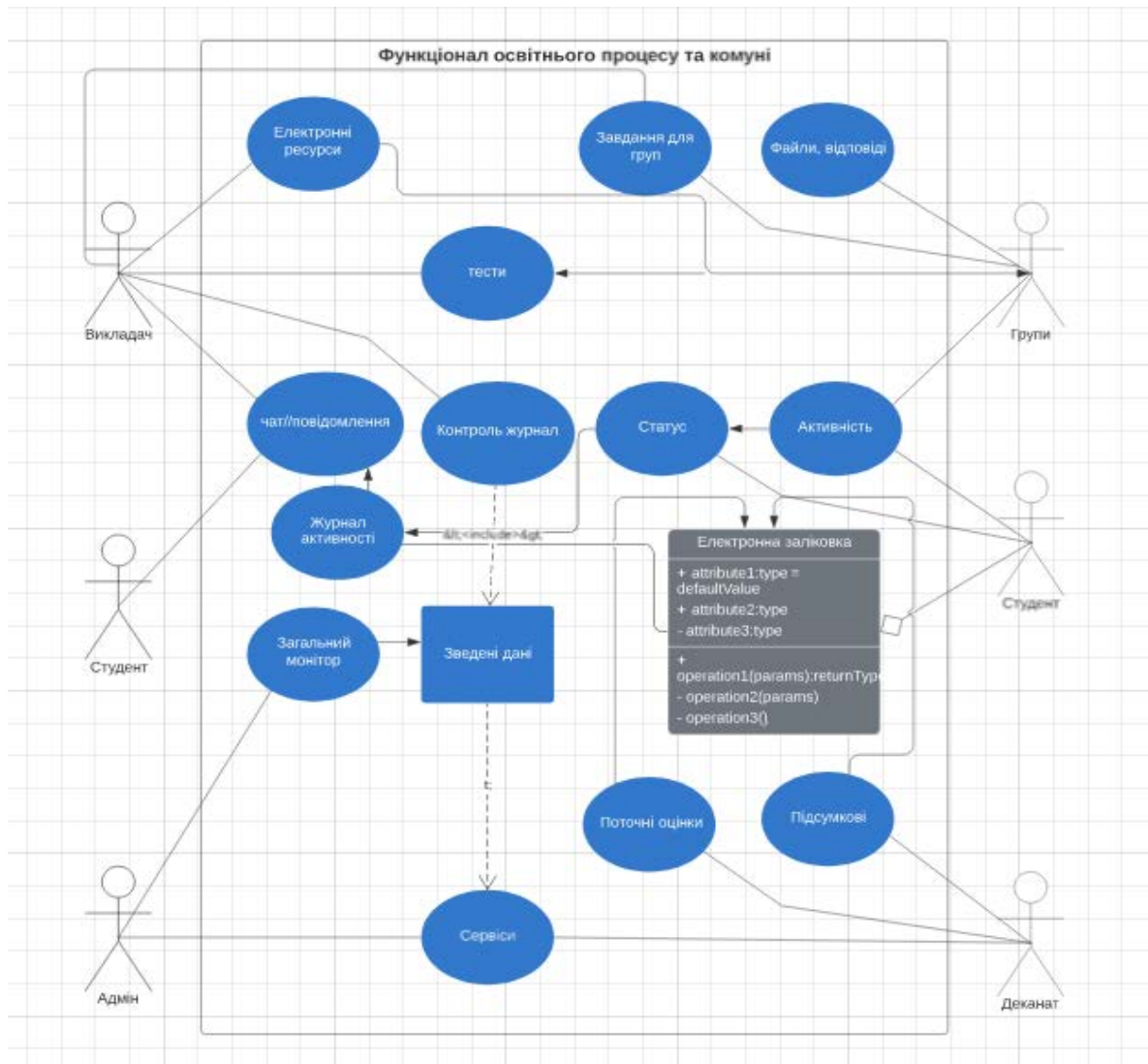


Рисунок 3.22 – Модель функціоналу автоматизації освітнього процесу та комунікацій Викладач-Студент-Деканат-Адміністратор

Основні процеси комунікацій здійснюються шляхом формування відомостей, нагадувань щодо боржників, індивідуальних графіків, журналів активності, повідомлень та системи пересилання файлів. Також через електронний деканат формується розклад з можливістю онлайн підключення, контролюються списки груп, результати успішності.



Таблиця 3.4 – Види діяльності співробітників деканатів та адміністрації й охоплення їх в системі JetIQ

Види діяльності	Модуль системи JetIQ	Можливості для викладача
Планування освітньої діяльності студентів	Розклад	Програма складання розкладу з подальшим поданням на ПК і в мобільних застосунках, друком.
Контроль відвідування студентів	Розклад	Динамічний моніторинг розкладу з ПК та мобільного застосунку викладачів, студентів, наявності вільних аудиторій.
	Електронний журнал відвідування студентами занять (веде староста групи)	Можливість здійснювати моніторинг відвідування з ПК.
Результати модульної успішності	Електронний журнал	Можливість швидкого формування електронних модульних відомостей та їх експорт в електронний деканат
Результати сесії	Електронний деканат	Формування відомостей успішності та на їх основі формування зведених документів успішності студентів з визначенням рейтингу
Ректорські контрольні роботи	Електронний деканат	Формування відомостей результатів ректорських контрольних робіт з подальшою аналітичною обробкою та підготовкою до друку результатів
Визначення вибіркового дисциплін	Електронний деканат	Електронне анкетування студентів

Дані охоплення процесів в модулях системи «Електронний університет» дозволяють визначити рівень ефективності розвитку кожного окремого модуля та системи загалом.

### 3.5 Система створення та використання тестів для опитування студентів

Модуль TestIQ призначений для створення та використання навчальних тестів. Вхід до модуля тестування зображено на рисунку 3.24

Вхід до TestIQ

Логін

Нік

Пароль

Анонімно

Готово!

В процесі роботи підберіть собі зручний масштаб в WEB-браузері клавiшами Ctrl "+" (збільшити) або Ctrl "-" (зменшити).

#### Алгоритми і структури даних. Підсумковий тест першого модулю. 1.

Всього одержано балів : 0 з 0. Правильних відповідей: 0 Питання N:1 Спроб : 0

Балів за це питання : 1 Часу : 60 Залишилось часу: **47**

Рекурсивна функція - це функція, яка у своєму тілі містить звернення до самої себе зі змінним \_\_\_\_\_

Виведіть :

Рисунок 3.24 – Вхід до модуля тестування та приклад проходження тесту

Задачі модуля тестування:

1. Здійснення швидкого контролю знань;
2. Використання тренувальних тестів для засвоєння знань студентом самостійно;
3. Проведення іспитів і заліків.

Викладач може користуватись загальнодоступною технологією конструювання тестів; формувати тренувальні та екзаменаційні тести



різних видів – з відкритими та закритими відповідями; політести, супертести тощо.

На рис. 3.25 подано середовище конструктора тестів..

МПС. Тригери. Лаб.

Балів за це питання : 1 Часу : 120 Залишилось часу: 99

У D-тригера (із записом по перепаду стану з 0 в 1 ) на входах відбулась така подія : «D=1 C=1->0». Що буде у нього не виходах?

1. Q1 = 1 Q2 = 1
2. Q1 = 0 Q2 = 0
3. Q1 = 0 Q2 = 1
4. Q1 = 1 Q2 = 0
5. Заборонена комбінація!
6. Q1 = попередній стан Q2 = попередній стан



Рисунок 3.25 – Редактор тестів (приклад створення закритого тесту)

Розглянемо основні характеристики програми створення навчальних тестів:

1. Загальна кількість запитань в одній базі знань – не обмежена.
2. Максимальна кількість правильних відповідей на одне запитання – до 10 шт.
3. Необмежена кількість баз знань.
4. Можливість роботи в автономному і серверному режимах.
5. Робота з MySQL-сервером.
6. Вмонтований редактор бази знань.
7. Відсутність необхідності інсталяції програми – незалежність її від версії операційної системи.
8. Використання OLE-технології для формування і роботи із базою знань, тобто наявність можливості використання будь-яких властивостей тексту – від шрифтів – до зображень і ActiveX – елементів.
9. Можливість індивідуального встановлення рейтингу кожного запитання.
10. Можливість встановлення рейтингу оцінок за 5-ти або 12-ти бальною системою в кожній базі знань окремо.

11. Можливість індивідуального встановлення часу відповіді на кожне запитання.
12. Можливість надання відповідей за їх номерами.
13. Можливість надання відповідей шляхом безпосереднього введення рядка відповіді.
14. Можливість встановлення кількості запитань, що мають пропонуватись студенту під час тестування знань.
15. Використання випадкової генерації запитань із бази знань.
16. Перемішування списку відповідей в запитаннях.
17. Паролювання кожної бази знань окремо.
18. Автоматичне ведення протоколу загальних результатів: «час–студент–група–номер залікової книжки–оцінка».
19. Автоматичне ведення протоколу деталізованих результатів опитування по кожному студенту і кожному запитанню: «час–запитання–правильна відповідь–надана студентом відповідь».
20. Автоматичне формування результатів перевірки знань у вигляді картки із детальними результатами опитування.

Викладач має можливість працювати з навчальними тестами за такими функціями:

- список своїх тестів;
- створення нового тесту;
- переглядання тесту;
- виконання тесту;
- видалення тестів; злиття (об'єднання) декількох тестів в один;
- формування політесту з питань різних тестів;
- визначення рейтингу кожного тесту (кількість питань, на які відповідали студенти);
- аналіз якості питань;
- можливості створення супертесту, який містить питання з мікрозадачею, яку потрібно розрахувати за змінними вхідними даними;

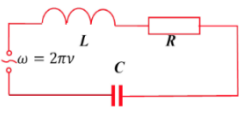
- захист від використання неякісних тестів (дублювання питань, одноманітні форми тестів, відповіді «так», «ні» тощо);
- гейміфікація.

Головна мета редактора тестів – простота користування та інтерактивність. Викладач з персонального кабінету має можливість створювати та редагувати будь-яку кількість тестів. Методика створення та використання тестів складається з рекомендацій формувати окремі масиви тестів за темами, які в подальшому можуть бути об'єднані в єдиний заліковий тест.

Для більшої візуалізації в тестах використовуються графічні об'єкти (рисунок 3.26).

ЛАБ.роб. 4-4 МІНІ ЗАДАЧІ  
Балів за це питання : 1 Часу : 300 Залишилось часу: **266**

Визначити резонансну частоту  $\nu$  для коливального контуру, якщо  $L=0.1$  Гн,  $C=54$ мкФ,  $R=80$ Ом



Відповідь :

№8.523918448057

Готово

Рисунок 3.26 – Приклад використання графічних об'єктів в супертесті

Якщо викладач заповнює «E-mail для помилок», то на вказану адресу будуть надходити повідомлення про виявлені студентами помилок у тестах. У цьому випадку під час проходження тестів в режимі реєстрації у студентів буде з'являтися кнопка «Повідомити про помилку».

Каталог тестів, створених викладачем, подано на рис. 3.27.

Викладач має можливість також працювати з іншим автором тестів за умови надання доступу до користування тестами.

В процесі роботи з каталогом викладач може сформувати політест – складений тест з певних питань інших різних тестів; об'єднати декілька тестів; виконати клонування тесту.



Рисунок 3. 27 – Каталог тестів в кабінеті викладача

Викладач може призначити тесту різний статус. Тренувальний – для самостійної роботи студента. Екзаменаційний – для тестового контролю знань.

На рисунку 3.28 подано відомість результатів тестування студентів.

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Відомість проходження електронних тестів N **2980431**

з дисципліни : **"Структура протоколу HTTP."**

Екзаменатор : **Паламарчук Євген Анатолійович**

Дата : **2024-04-24**

[МОНІТОР ТЕСТУВАННЯ =>](#)

11CT-206

N п/п	Дата	IP	N зал.кв.	ПІБ студента	Балів всього	Оцінка	Балів (за 25)	Балів (за 100)	Аналіз
1	2024-04-24 11:54:12	178.74.208.57	01-20-012	Демчук Олександр Юрійович	9	5	23	90	⇒
2	2024-04-24 11:55:43	185.181.39.35	01-20-022	Дербалюк Єва Романівна	8	4	20	80	⇒
3	2024-04-24 11:53:51	178.74.254.178	01-20-028	Зінченко Вероніка Максимівна	7.7	4	19	77	⇒
4	2024-04-24 11:51:47	178.213.175.252	01-20-011	Калпнович Владислав Олександрович	8	4	20	80	⇒
5	2024-04-24 11:51:47	91.225.36.211	01-20-025	Лендел Вадим Віталійович	8	4	20	80	⇒
6	2024-04-24 11:55:02	81.30.174.208	01-20-017	Лобода Максим Олександрович	8.5	5	21	85	⇒
7	2024-04-24 11:51:31	104.28.201.207	01-20-010	Подрезенко Владислав Вадимович	8.4	4	21	84	⇒
8	2024-04-24 11:54:49	91.218.90.17	01-20-027	Соболев Андрій Сергійович	7	3	18	70	⇒
9	2024-04-24 11:51:04	91.225.36.144	01-20-023	Ткачук Віктор Олександрович	9	5	23	90	⇒
10	2024-04-24 11:55:39	78.154.187.2	01-20-024	Царук Вадим Віталійович	10	5	25	100	⇒
11	2024-04-24 11:55:39	176.126.123.30	01-20-019	Шевчук Дар'я Віталівна	9	5	23	90	⇒

Ключ приєднання до журналу:

Рисунок 3.28 – Відомість результатів тестування студентів

В системі JetIQ є можливість автоматичного перенесення оцінок виконання екзаменаційних тестів в журнали викладачів.

### 3.6 Результати впровадження освітньої інформаційної екосистеми JetIQ у Вінницькому національному технічному університеті

Описані в першому розділі моделі інформаційної екосистеми «Електронний університет» були реалізовані як освітня інформаційна екосистема на основі платформи JetIQ у Вінницькому національному технічному університеті. Така система дозволяє автоматизувати процедури освітнього процесу, а також підтримувати методичну, наукову та управлінську діяльність університету. Історично освітня інформаційна система на основі JetIQ була запроваджена в масштабах всього університету в період пандемії. Запровадження екосистеми електронного університету здійснювалось поступово та послідовно. Система складається з основних модулів у персональних кабінетах студента та викладача і доповнюється мобільними застосунками кабінетів [12].

За рішенням керівництва у ВНТУ з 2015 року поступово впроваджувалась змішана форма електронного навчання (blended learning) на основі електронної системи підтримки освітнього процесу JetIQ. На відміну від відомих багаточисельних аналогів, мета розробки системи JetIQ полягала у поступовому створенні повноцінного електронного університету, адаптованого під реалії вищої освіти України [13].

Активне використання інструментів системи та їх розвиток було також обумовлено подіями всесвітньої пандемії COVID-19, яка поставила рюба питання ефективного застосування електронної (дистанційної або змішаної) освіти. Більшість навчальних закладів України, навіть такі, які нині тією чи іншою мірою впровадили у себе певні електронні навчальні системи (ЕНС), були не готові до такого стрибкоподібного переходу. Питання, як з'ясувалось, знаходилося не тільки у технічній площині, але й було тісно пов'язане з вмінням і навичками працівників, викладачів і студентів працювати дистанційно, з браком необхідних навчальних матеріалів, електронних тестів, навчальних стендів, тренажерів тощо.

Вінницький національний технічний університет (ВНТУ) на час введення жорсткого локдауну 2020 року вже мав достатній досвід

створення та впровадження власної електронної системи підтримки освітнього процесу JetIQ, що дозволило викладачам та студентам ВНТУ оминати шокову терапію надкороткого періоду неминучої переорієнтації освітнього середовища на рейки цифровізації. Станом на початок карантинного періоду, введеного у зв'язку з пандемією COVID-19 (березень 2020 року), у системі JetIQ вже працювали 6 із 7 факультетів і 2 інститути. Саме тому ВНТУ увійшов у фазу повної дистанційної освіти відносно легко порівняно з іншими ЗВО України. Під час роботи у такому режимі був напрацьований дуже важливий досвід, причому не тільки позитивний. Зокрема з'ясувалось, що у разі повного переходу на online режим виник цілий ряд проблем, які не спостерігались у підготовчий період (blended learning).

У воєнний час здобувачі, викладачі та керівництво ВНТУ активно використовують електронне інформаційне середовище JetIQ для проведення занять у форматі змішаного навчання. Система дозволяє швидко переключатись на дистанційне навчання і використовувати інформаційні матеріали в синхронному та асинхронному режимах [13; 14; 15].

У процесі впровадження системи з'ясувалось, що існує нагальна потреба у адаптації логіки і принципів функціонування програмного забезпечення під усталені навчальні процеси та традиції нашого університету. Це було потрібно, насамперед, з метою мінімізації початкового психологічного несприйняття нових форм діяльності колективом ВНТУ, точніше певної частини його викладацького складу. Якщо студентам в сучасних цифрових реаліях адаптуватися достатньо легко, то далеко не всі викладачі почувалися комфортно під час опанування нових технологій та намагалися протидіяти інноваціям доступним для себе методами. Тому найкращою відповіддю на різноманітні «чому ні» виявилась стратегія цифровізації усталених освітніх процесів ВНТУ одночасно з урахуванням конструктивних зауважень користувачів системи.

Для ефективного проєктування системи JetIQ та управління цифровізованими освітніми процесами було розроблено багатоагентну модель з колами зворотного зв'язку, яка дозволила розподілити ролі і функції між учасниками (студентами, викладачами, обслуговуючим персоналом). Децентралізована модель на методологічному рівні

забезпечила взаємний контроль між учасниками освітніх процесів і, як наслідок, автономне функціонування системи, високу якість і достовірність внесених в неї даних учасниками, ефективні комунікації тощо.

Організація впровадження екосистеми електронного університету здійснювалась разом з навчанням викладачів, студентів і обслуговуючого персоналу. Методичну і технічну підтримку системи постійно здійснює центр дистанційної освіти ВНТУ.

Проблемними моментами, що потребували оперативної і адекватної реакції розробників системи JetIQ, керівництва ВНТУ, викладачів виявилися:

- брак достатньої кількості електронних навчальних матеріалів з кожної навчальної дисципліни; відсутність досвіду у багатьох викладачів і студентів до проведення занять через засоби відеозв'язку в online режимі;
- відсутність єдиного інструменту для проведення відеоконференцій (студенти змушені одночасно опанувати MS Teams, Zoom, Google Meet тощо);
- відсутність достатньої кількості електронних тестових матеріалів для поточного і підсумкового контролю знань;
- недостатній досвід викладачів у створенні електронних навчальних матеріалів, їх правильного розташування у навігаторах навчальних ресурсів JetIQ і контролю їх використання студентами;
- подолання психологічного стресу, насамперед у викладачів, від безальтернативного переходу на дистанційну форму навчання;
- перевантаження центру дистанційної освіти ВНТУ через необхідність проведення навчань викладачів і їх консультування в режимі 24/7 у перші 4 місяці карантину;
- необхідність організації єдиних комунікативних каналів електронної пошти, відеоконференцій і файлообміну;
- потреба у доопрацюванні окремих модулів JetIQ і розробці нових;

- потреба оптимізації мережевої і серверної інфраструктур ВНТУ для роботи в умовах підвищених навантажень;
- доопрацювання функціоналу і вандалостійкості підсистеми електронного тестування TesIQ;
- розробка нових методів контролю знань, умінь і навичок в умовах дистанційної освіти;
- проблеми якісного прокторингу – удосконалення технології, що дозволяє верифікувати студентів та контролювати їх поведінку під час online екзамену.

Результати аналізу та відпрацювання вищезазначених проблемних питань протягом 2020-2024 років дозволили суттєво покращити якість роботи системи JetIQ.

Єдина методологія із всебічною підтримкою керівництва, адаптація системи під особливості процесів освітнього закладу, використання сучасних технологій, постійне навчання та підтримка всіх користувачів електронної екосистеми з реалізацією зворотного зв'язку та внесення змін відповідно до вимог всіх зацікавлених осіб є основою для ефективного впровадження екосистеми електронного університету.



### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ДО РОЗДІЛУ 3

1. Коваленко О. О. Поведінкові моделі інформаційної системи змішаного навчання. *Інноваційні комп'ютерні технології у вищій школі*: матеріали 9-ї науково-практичної конференції, м. Львів, 21-23 листопада 2017 р. /Львів : Видавництво Наукового товариства ім. Шевченка, 2017. С. 202-205/
2. Bisikalo O., Kovalenko O. and Palamarchuk Y. Models of Behavior of Agents in the Learning Management System. *Conference on Computer Sciences and Information Technologies: proceedings of conference 14th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT), Lviv, Ukraine, 2019./ IEEE, 2019. p. 222-227, doi: 10.1109/STCCSIT.2019.8929751.*
3. Kovalenko O., Palamarchuk Y. Algorithms of Blended Learning in IT Education. *13th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies: proceedings of conference CSIT, Lviv, 11–14 September 2018. IEEE, 2018. P. 382–386. URL: <https://doi.org/10.1109/stc-csit.2018.8526605> .*
4. Kovalenko O. General Model of the electronic information environment, based othe mirrors concept, *Works of VNTU*, no. 4, Nov. 2019. DOI: <https://doi.org/10.31649/2307-5392-2019-4-17-25>
5. Грабко В. В., Романюк О. Н., Бісікало О. В., Боцула М. П., Паламарчук Є. А., Коваленко О. О. Комп'ютерна програма «Система інтеграції електронних ресурсів вищого навчального закладу «Інтегровані електронні ресурси ВНТУ JetIQ («ІЕР ВНТУ JetIQ»». Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 72970 UA. (Україна); Міністерство економічного розвитку і торгівлі України. Дата реєстрації 20.07.2017 р. URL: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/19302>

6. Паламарчук Є. А., Бісікало О. В., Коваленко О. О. Комп'ютерна програма «Персональний репозиторій» (Україна). Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 72969 UA. Міністерство економічного розвитку і торгівлі України. Дата реєстрації 20.07.2017 р.

7. Паламарчук Є. А., Бісікало О. В., Коваленко О. О. Комп'ютерна програма «Навігатор навчальних ресурсів» (ННР) (Україна). Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 72967 UA. Міністерство економічного розвитку і торгівлі України. Дата реєстрації 20.07.2017 р.

8. Паламарчук Є. А., Бісікало О. В., Коваленко О. О. Комп'ютерна програма «Електронна книга «Lectures&Exercises JetIQ VNTU» (Україна). Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 72968 UA. Міністерство економічного розвитку і торгівлі України. Дата реєстрації 20.07.2017 р.

9. Грабко В. В., Бісікало О. В., Савчук Т. О., Паламарчук Є. А., Коваленко О. О. Комп'ютерна програма «Електронний деканат JetIQ» («ЕД JetIQ»). (Україна) Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 72971 UA.; Міністерство економічного розвитку і торгівлі України. Дата реєстрації 20.07.2017 р.

10. JetIQ VNTU. Система управління освітнім процесом, підтримки методики, наукової та управлінської діяльності Вінницького національного технічного університету. URL:<https://jetiq.vntu.edu.ua/>

11. Паламарчук Є. А., Коваленко О. О., Яцковська Р. О. Варіативна оцінка знань студентів за допомогою системи Тест-IQ. *Інноваційні комп'ютерні технології у вищій школі: матеріали 9-ї науково-практичної конференції, 21–23 листоп. 2017 р./ Львів, 2017. С. 188–193.*

12. Чайка Д., Евтух С., Шалінський П. Розробка модулів мобільного додатку системи управління навчальним процесом університету JetIQ «Комп'ютерні мережі в системах управління». *Науково-технічна конференція підрозділів Вінницького національного технічного університету*: матеріали конференцій ВНТУ (НТКП ВНТУ) XLVI НТКП ВНТУ, м. Вінниця, 28 берез. 2017 р. С. 1269-1270.

URL: [https://conferences.vntu.edu.ua/public/files/1/fksa\\_2017\\_netpub.pdf](https://conferences.vntu.edu.ua/public/files/1/fksa_2017_netpub.pdf).

13. Kvyetnyy R., Bisikalo O., Palamarchuk Ye, Storchak V. JetIQ electronic ecosystem at the service of the university in the country that has undergone armed aggression. *Problems and Perspectives in Management*. 2023. Vol. 21, Issue 2(spec. issue). P. 52-60. DOI:[http://dx.doi.org/10.21511/ppm.21\(2-si\).2023.07](http://dx.doi.org/10.21511/ppm.21(2-si).2023.07).

14. Кветний Р. Н. Проблеми ефективної організації університетської освіти в ІТ галузі. *Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія*. 2017. № 2. С. 20-22. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Itki\\_2017\\_2\\_5](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Itki_2017_2_5).

15. Бісікало О. В., Кветний Р. Н., Паламарчук Є. А. Особливості організації дистанційного навчання та керування навчальним процесом в умовах пандемії коронавірусу з застосуванням системи JetIQ. *Л науково-технічна конференція підрозділів ВНТУ*: матеріали Л науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 10-12 березня 2021 р./ Вінниця: ВНТУ, 2021. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fksa/all-fksa-2021/paper/view/1164>.

## 4 АПАРАТНО–ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПЛАТФОРМИ JETIQ

### 4.1 Мікросервісні архітектури електронних навчальних систем

Застосування електронних навчальних систем (ЕНС) дозволяє вирішувати ряд важливих задач. Головною з них є можливість організації дистанційного навчання (ДН). ДН надає широкі можливості організувати цей процес без географічної та часової прив'язки учасників (студентів і викладачів), організувати асинхронне навчання.

Залежно від поставлених навчальних задач формується її архітектура і програмні рішення. Ці задачі також визначають технічні характеристики і вимоги до їх структури, типів даних, логіки функціонування, комп'ютерних і мережових вимог тощо [1;2].

Більшість існуючих ЕНС мають монолітну архітектуру [3 – 13]. Це обмежує їхні можливості щодо внесення змін до програмного забезпечення або розширення функціоналу без перезбирання ядра ЕНС. Наслідком цього є проблеми масштабування і ефективного використання хмарних технологій і, зокрема створення географічно розподілених архітектур. Але, водночас, такі системи можуть масштабуватись виключно горизонтальним шляхом. Він передбачає використання більш потужних машин або застосування додаткових серверів на обслуговування того самого ядра системи.

ЕНС з монолітним ядром не дозволяють підвищувати їх завадостійкість шляхом відокремлення окремих високонавантажених підсистем.

Особливості застосування монолітних і мікросервісних архітектур (МСА) в ЕНС визначаються не тільки закладеним у них функціоналом і програмними інструментами, але й архітектурою. Більшість ЕНС з відносно розвиненим ядром використовують монолітні структури. Це надає їм ряд переваг і гарну динаміку розвитку та підтримки.

Альтернативою монолітним системам є декомпозиція всієї ЕНС на окремі мікросервіси і створення на їх основі сервіс-орієнтованої

архітектури (SOA) з розподіленими ресурсами, де обмін інформацією між її компонентами здійснюється за певними мережевими протоколами.

МСА надає ряд переваг, саме:

1. Простота реалізації мікросервісів. Їх програми мають відносно невеликий програмний код, вони легкі у підтримці і управлінні.
2. Масштабованість і гнучкість. Мікросервіси можуть бути реалізовані різними мовами програмування, що надає можливість оптимізувати їх реалізацію.
3. Незалежність функціонування надає можливість збільшити надійність всієї МСА загалом.
4. Висока якість окремих компонентів МСА. Їх легко розробляти і тестувати, що нагадує підхід до філософії UNIX [14].
5. Зосередження на бізнес-функціоналі. Це означає, що мікросервіси можуть бути придатні до використання в декількох контекстах, більше ніж в одному бізнес-процесі [16].
6. Гнучкість у балансуванні навантаження системи. МСА надає можливість управління навантаженням її мікросервісів і їх індивідуального масштабування.

Загальні принципи побудови МСА можуть бути подані таким способом:

1. Організація взаємодії мікросервісів у складі всієї системи. Вона корелює з кількістю залучених процесів. У МСА є набагато більше взаємодіючих частин, ніж у монолітних архітектурах. Це потребує додаткових зусиль із планування, автоматизації, контролю, моніторингу, тестування та розгортання.

2. Витрати. Мікросервіси потребують використання більшого сумарного обсягу пам'яті, ніж у монолітній архітектурі, що пов'язано з необхідністю організації ізольованих середовищ їх виконання, а також витрат на організацію комунікацій між ними (інтерфейси, протоколи, канали зв'язку тощо).

4. Проблеми безпеки. Мікросервіси потребують розв'язання проблем безпеки через наявність міжсервісного спілкування по комп'ютерних мережах.

4. Зниження продуктивності порівняно з монолітними системами. Причиною є виникнення додаткових затримок під час обміну даними

між мікросервісами. Тому потрібно вирішувати задачі із правильним проєктуванням черг запитів, асинхронної обробки і балансування.

5. Проблеми неузгодженості. На відміну від монолітних систем, у МСА помилки у разі оновлення окремих мікросервісів можуть призводити до розсинхронізації процесів і обміну даними.

Розглянемо загальні принципи побудови МСА. Фактично мікросервіс являє собою процес, функцію або набір функцій, які приймають вхідні запити і виконують певні дії. Взаємодія мікросервісів з оточенням відбувається через API (Application Programming Interface) та комп'ютерні мережі.

На рис. 4.1 подано загальну схему клієнт-серверної архітектури

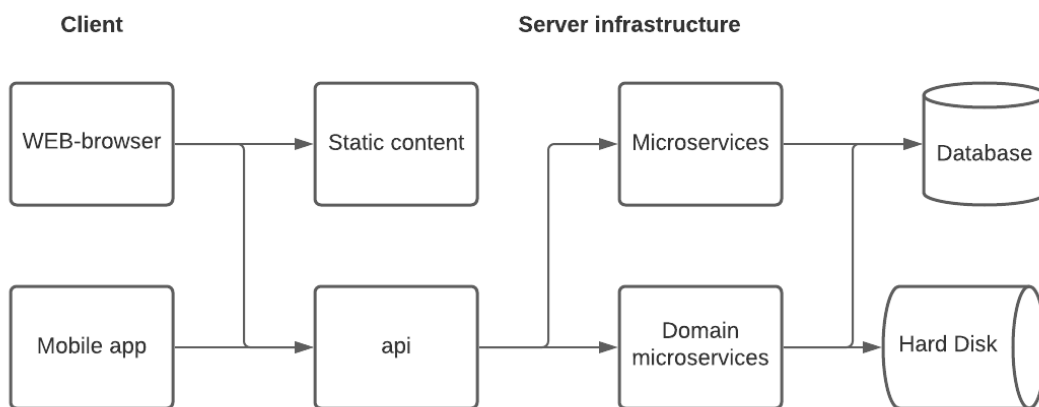


Рисунок 4.1 – Загальна схема клієнт-серверної архітектури

Мікросервіси структуруються ярусами. Кількість їх призначення визначаються архітектурою всієї системи. Найпоширенішими є :

- Front-End — Client Application, Static Content;
- Back-End — API Gateway, Experience Microservices, Domain Microservices;
- Data & Integration — Data Stores, Integration Interfaces / Connectors.

Для випадку ЕНС на основі веб-технологій клієнтом виступає веб-браузер або мобільний застосунок. Клієнт (веб-браузер) взаємодіє з

backend, щоб виконувати рендеринг користувацького інтерфейсу (UI) та працювати з інтерфейсами системи через її API.

Клієнт-серверну архітектуру зображено на рис. 4.2.

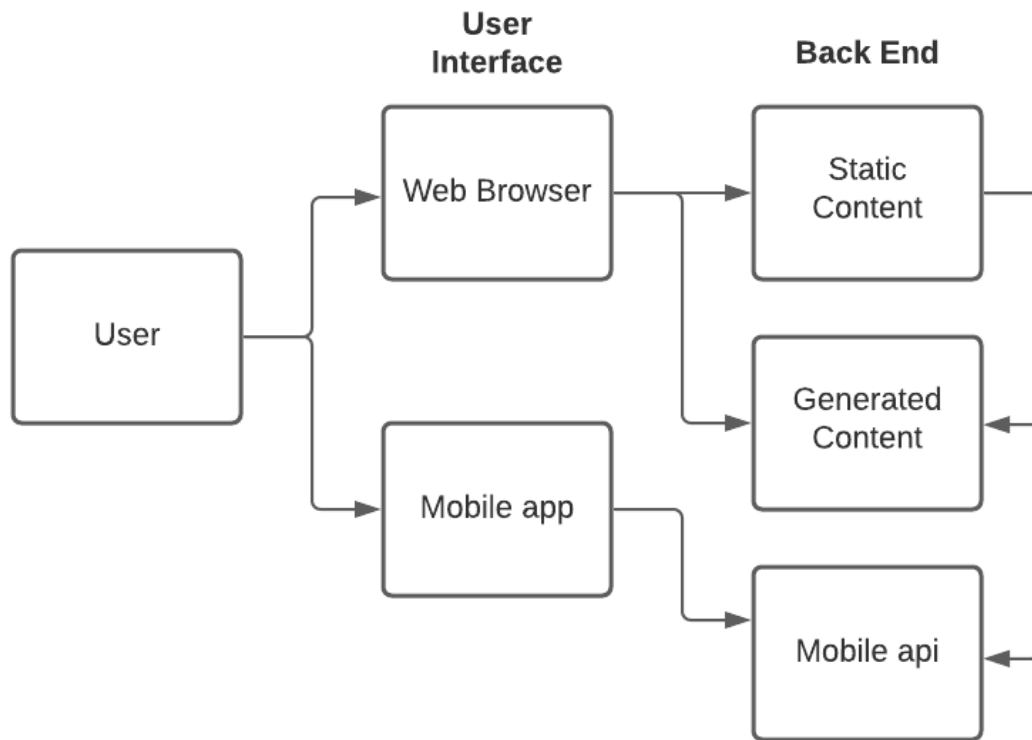


Рисунок 4.2 – Клієнт-серверна архітектура зі статичним і динамічним контентом

Для ефективної роботи, як правило, розділяють відповідальність за статичні компоненти (UI) і логічні компоненти. На останні покладаються й проблеми контролю доступу, кешування та серверного рендерингу (server-side rendering).

Розглянемо особливості API Gateway. В ЕНС API Gateway є єдиною точкою доступу до Experience APIs – клієнтських модулів. API Gateway – важлива складова управління системою (API Management). Цей сервіс передає запити до серверних сервісів і відповідає за такий функціонал:

- Контроль доступу (access control);
- Політики безпеки (security policies);
- Підтримку запитів (request handling);
- Кешування (caching);

- Регулювання стримінгу (upstream/downstream data transfer);
- Обмеження швидкості (rate limiting) і тротлинг (throttling);
- Аналітика (analytics).

У ЕНС з розвинуеною екосистемою кількість мікросервісів може бути досить великою і важливим є утримання гарантованого контролю над ними. У цьому випадку використовується ярусне структурування. Experience мікросервіси є ярусом вищого рівня, де розташовуються мікросервіси веб-API, mobile-API та API інших зовнішніх систем. Вони орієнтовані на клієнтські інтерфейси і дані, використовуючи низькорівневі гранулярні API, які доступні їм у системі.

Отже, різні продукти для веб- і мобільних клієнтів (Experience) можуть використовувати різний набір Experience-API, поданих незалежними мікросервісами за API шлюзом (API gateway) (рис. 4.3).

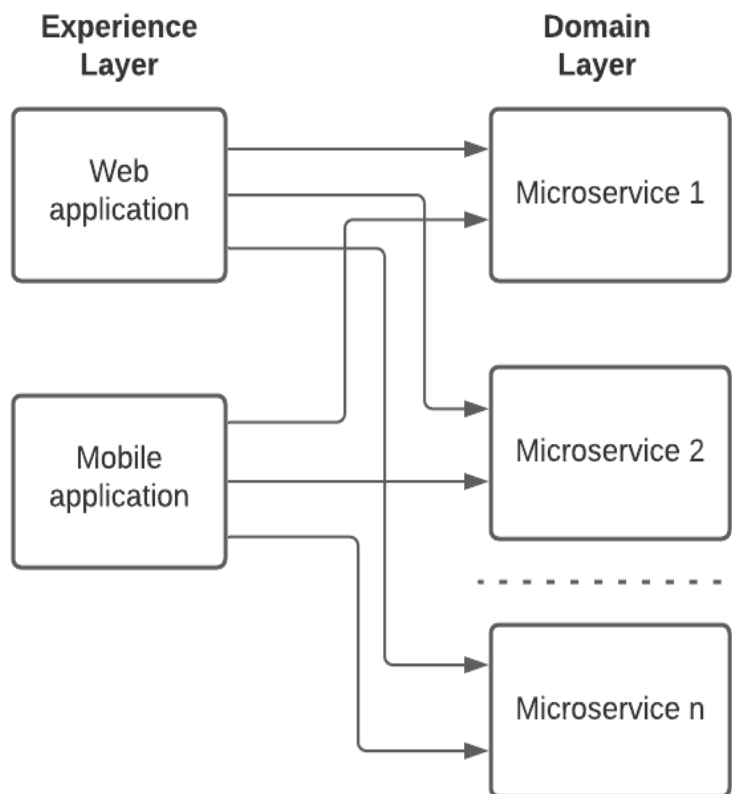


Рисунок 4.3 – Experience-ярус

Доменні мікросервіси в ЕНС використовуються для реалізації відповідного функціонала, наприклад, підсистем аутентифікації,



бізнес-логіки. збереження та доступу до навчальних матеріалів, тестування тощо. Окремі підсистеми можуть подаватись декількома мікросервісами. Доменні мікросервіси організують гранулярні API наступного за experience ярусу. Якщо experience сервіси сфокусовано на користувачів і продукти, то доменні мікросервіси відповідають за дані та ресурси, що знаходяться під їх управлінням. Вони надають можливість створювати різні experience сервіси, які повторно можуть використовувати доступну їм доменну логіку.

У ЕНС experience API (відомий також як Tin Can API) використовується як специфікація програмного забезпечення, що дозволяє ЕНС обмінюватись даними. Ці дані записуються в Learning Record Store (LRS).

Бази даних у ЕНС являють собою достатньо розвинену структуру. Але доступ до них, як правило, надається лише одному мікросервісу. Всі інші мікросервіси мають доступ до бази даних лише через API мікросервісу-власника бази даних. Такий підхід дозволяє зберігати консистентність та структурованість бази даних. Окрім того, це дозволяє використовувати найбільш відповідні типи баз даних для конкретних цілей ЕНС. Наприклад, один мікросервіс може використовувати нормалізовану базу даних SQL, а інший – NoSQL. Допускається, що один мікросервіс може оперувати декількома базами даних одночасно (рис. 4.4).

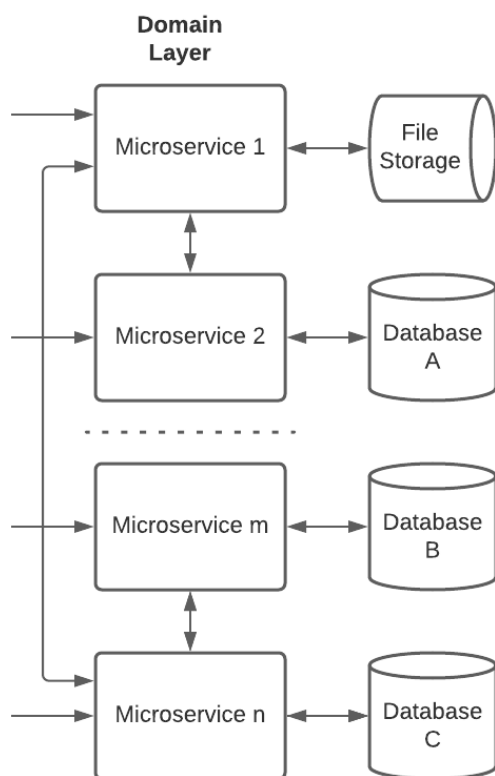


Рисунок 4.4 – Шар домену бази даних

Для доступу до інших підсистем та сторонніх API у МСА ЕНС може використовуватись інтеграційний ярус з мікросервісами-конекторами та інтеграційними інтерфейсами.

Мікросервіси мають обробляти запити і забезпечувати можливість взаємодії за міжпроцесним протоколом зв'язку, тобто здійснювати міжсервісну комунікацію. Взаємодія мікросервісів під час виконання запитів не має впливати на їх доступність протягом виконання запитів. Рішенням є асинхронний обмін повідомленнями у МСА.

Основні види міжсервісної комунікації компонентів МСА можна подати двома типами: синхронним та асинхронним. Залежно від вимог, застосовуються такі їх варіанти:

- Синхронний блокувальний;
- Синхронний неблокувальний;
- Асинхронний блокувальний;
- Асинхронний неблокувальний.

Їх реалізація здійснюється у такий спосіб:

- Request/asynchronous response – обмін запитами з очікуванням відповіді;
- Publish/asynchronous response – публікація запиту одержувачам з очікуванням відповідей;
- Request/response – обмін запитами з очікуванням негайної відповіді;
- Notifications – надсилання повідомлення без очікування відповіді;
- Publish/subscribe – публікація повідомлення одержувачам

Взаємодія компонентів в МСА призначена для обробки запитів та забезпечення можливості комунікацій за міжпроцесорним протоколом зв'язку. Взаємодія мікросервісів під час виконання запитів не повинна впливати на їх доступність протягом виконання запитів. Рішенням є асинхронний обмін повідомленнями у МСА.

Реалізація міжсервісних комунікацій базується також і на застосуванні певних архітектурних рішень і мережевих протоколів як високого так і низького рівня.

Базовими інструментами для реалізації високорівневих API міжсервісних комунікацій виступає архітектура REST [17-19], протокол HTTP та GraphQL.

REST-підхід передбачає управління певним сервісом системи ресурсами інших компонентів системи. Виконуючи запити, мікросервіс оперує різними екземплярами цього компоненту, наприклад, змінюючи його властивості і параметри або ретранслюючи їх на подальше опрацювання до інших мікросервісів.

Специфікація HTTP [19-21] містить в собі ряд особливостей, що покривають більшість потреб в реалізації міжсервісних комунікацій на основі REST. Так, HTTP протокол має методи GET, POST і PUT, які уже дозволяють повноцінно реалізувати взаємодію в системі.

Зазвичай у МСА формати даних для обміну між компонентами залежать від протоколів і конкретних вимог. Можуть

використовуватись як прості форми типу plain text, так різні форми подання, наприклад, JSON, XML та ін.

GraphQL надає підхід до реалізації API, коли мікросервіси можуть визначати у своїх запитах структуру потрібних даних і запобігати передачі надлишкової інформації. GraphQL також надає можливість будувати багатофункціональні API, які дозволяють оптимізувати інфраструктуру МСА.

В МСА відмовостійкість визначається такими параметрами як Latency - затримки у обміні даними і Exceptions – обробкою виключних ситуацій.

Timeout – щоб гарантувати час відповіді.

Retry – для автоматизації повторних спроб у випадку деградації мережі.

Circuit Breaker – для контролю у випадку виникнення каскадних помилок.

Deadline – для контролю довгих запитів, що залежать від багатьох сервісів

Rate Limiter – для контролю навантаження згідно з SLA (Service Layer Agreement).

Для МСА консистентність даних може становити серйозну проблему через те, що у ній база даних може мати розподілену між мікросервісами структуру і наявність декількох джерел даних. Останнє передбачає застосування механізмів управління розподіленими транзакціями. Реалізація, технічне обслуговування і підтримка систем обробки розподілених транзакцій можуть бути достатньо складними. Також використання існуючих рішень обмежує такі проекти за підтримуваними технологіями.

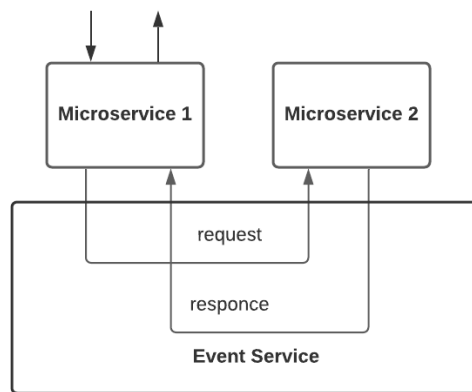
Тому, для мікросервісів необхідно використовувати транзакції у подієво-орієнтованому підході (Event-Driven Architecture) з двома логічними сутностями: повідомленнями та подіями [22-24].

Повідомлення (message) являють собою частину систем, основаних на брокерах повідомлень (message broker). У таких системах повідомлення надсилаються і розміщуються у черзі (message queue). У певний момент часу отримувач (consumer) отримує його і виконує зміст без зворотного зв'язку із джерелом повідомлення за принципом «fire

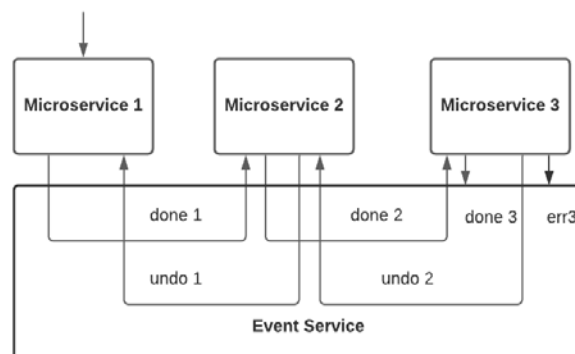
and forget». Формат повідомлень може бути довільним (текст, числа, JSON, XML тощо), що спрощує узгодження між окремим агентами.

Події мають логічно закінчену контекстну інформацію і чітко визначену структуру результуючих даних. Для їх управління (обробки, зберігання, стримінгу) використовуються шини подій (event bus) [23-25]. Події можуть зберігатись до конкретного часу для повторного використання (event replay) або аудиту. Реалізація подієво-орієнтованих моделей МСА здійснюється відповідно до шаблону SAGA [24-26], який можна використовувати для забезпечення узгодженості глобальних даних за допомогою послідовності локальних транзакцій.

Хореографія системи передбачає, що кожен мікросервіс виконує транзакцію та генерує повідомлення, яке аналогічно ініціює транзакції в наступних мікросервісах (рис. 4.5 а, рис. 4.5 б).



а



б

Рисунок 4.5 – Схеми транзакцій

а – схема виконання транзакції; б – мультисервісна схема транзакції

У випадку помилки в будь-якій ланці такого ланцюга всі попередні транзакції анулюються (рис. 4.5 а, рис. 4.5 б). Як наслідок, послідовність зберігається, але продуктивність системи стає низькою [27].

Сутність методу полягає в тому, що мікросервіс публікує подію для кожної транзакції, а за результатами події ініціюється наступна транзакція. Це можна зробити двома різними способами, залежно від успіху чи невдачі транзакції. Такий підхід передбачає підтримку узгодженості даних між мікросервісами, керування помилками, встановлення узгодженості та координацію транзакцій між ними.

Оркестрація реалізована на основі використання агента, який послідовно ініціює транзакції з кожним мікросервісом [27]. Як і у випадку з хореографією, виникнення помилки з будь-яким мікросервісом скасовує всі попередні транзакції. Оркестровку можна використовувати для пошуку подій у списку в джерелі подій. Кожного разу, коли стан системи змінюється, до списку подій додається новий стан, який за своєю суттю є атомарним. Завдяки цьому оркестрант відтворює поточний стан суті, відтворюючи події (рис. 4.6).

У МСА, які мають велику кількість подій, для оптимізації навантаження система має періодично зберігати поточний стан сутностей (Event Sourcing), що дозволяє їй швидко відновити бажаний стан.

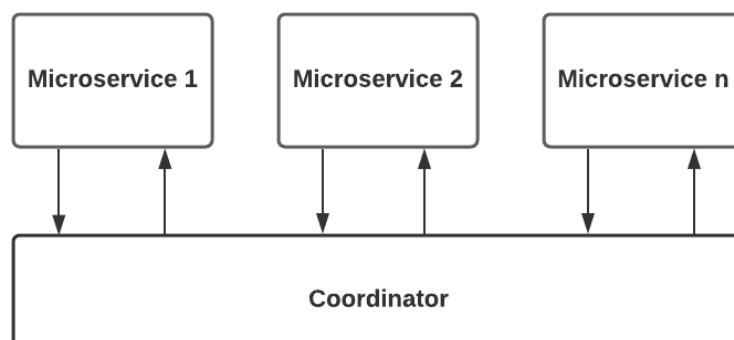


Рисунок 4.6 – Схема оркестрації мікросервісів

Перевагою паттерна SAGA є те, що застосунку дозволено підтримувати консистентність даних між мікросервісами без

використання розподілених транзакцій, хоча у цьому випадку модель побудови стає суттєво більш складною, ніж для монолітних систем.

Патерн CQRS (Command Query Responsibility Segregation) дозволяє у МСА використовувати переваги розділення моделей читання та записування. У МСА це може бути реалізація запитів, які отримують дані з декількох служб мікросервісів. Метою використання CQRS є також підтримання консистентності даних та інформації про стан системи. CQRS надає можливість пропускати всі перевірки тверджень в діючій системі, що дозволяє підвищити її продуктивність. CQRS дозволяє спростити організацію системи, роблячи доступ до її стану і зміну її стану окремо. Система має підтримувати репліку в актуальному стані на події домену, якому належать дані.

Переваги CQRS:

Можливість підтримки багатьох денормалізованих масштабованих наборів даних:

- розділення проблем одержання стану і реалізації команд;
- необхідність організації архітектури для всіх джерел подій.

Недоліки:

- складність реалізації;
- затримки реплікацій.

Патерн ESP (Event Streaming Processing ) – застосовує архітектуру потокової обробки подій, забезпечуючи роботу програмних компонентів у режимі реального часу без зв'язку та масштабування. Він містить обробку і візуалізацію подій, їх збереження, обробку потоків подій або даних з метою виявлення в них необхідної інформації. У пошуку та обробці застосовуються методи, характерні для поточкових систем, такі як кореляція подій, ієрархія подій, причинність, аналіз складових подій і часових рядів.

Для ЕНС технологія ESP ефективна для оперативного аналізу активностей учасників, результатів поточного надходження даних, наприклад, тестування знань тощо.

Інфраструктура ЕНС розвивається відповідно до життєвого циклу. Складна МСА потребує застосування масштабованого (scalable) та високодоступного (high-available) мікросервісного рішення. Підтримка і розвиток таких систем з великою кількістю мікросервісів становить достатньо складну і комплексну задачу, яка потребує не тільки

реалізації необхідної функціональності, швидкодії і стабільності, але й масштабованості. З цього погляду потрібно, щоб ЕНС мали відповідну оптимізовану архітектуру. Одним зі шляхів оптимізації є застосування домено-орієнтованої архітектури (Event-driven domain-based decoupling), яка базується на групуванні мікросервісів за функціональними доменами (контекстом). У таких системах домени взаємодіють через шини подій. У середині кожного домена (контексту) сервіси можуть взаємодіяти між собою або через API, або через власну шини подій (рис. 4.7).

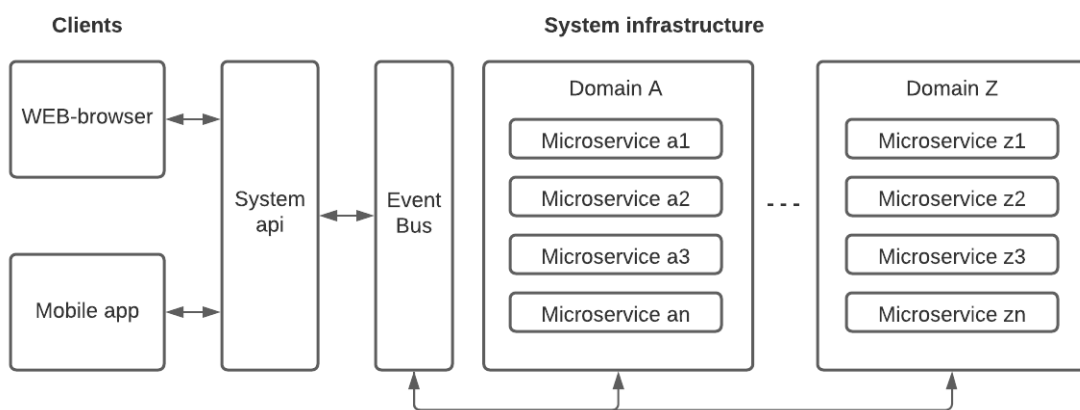


Рисунок 4.7 – Домено-орієнтована архітектура

Побудовані таким способом підсистеми мають менші розміри і одержують кращі параметри керованості і автономії.

Мікросервісна архітектура ЕНС залежить від організації бізнес-процесів, функціонала, розподілу навантаження на компоненти системи, побудови баз даних, вимог до безпеки, вимог до надійності та інших параметрів.

Враховуючи те, що ЕНС є багатокористувацькими системами, вимоги до їх надійності є одними із найважливіших задач. З цього погляду дефрагментація монолітного ядра ЕНС на окремі мікросервіси, які здатні автономно виконувати свої задачі, є раціональним рішенням. Окрім того, такий підхід дозволяє суттєво підвищити рівень безпеки за рахунок ізоляції процесів, а також збільшити навантажувальну здібність за рахунок балансування і масштабування.

На рисунку 4.8 подано один із варіантів побудови домена контуру студента на основі WEB-технологій.



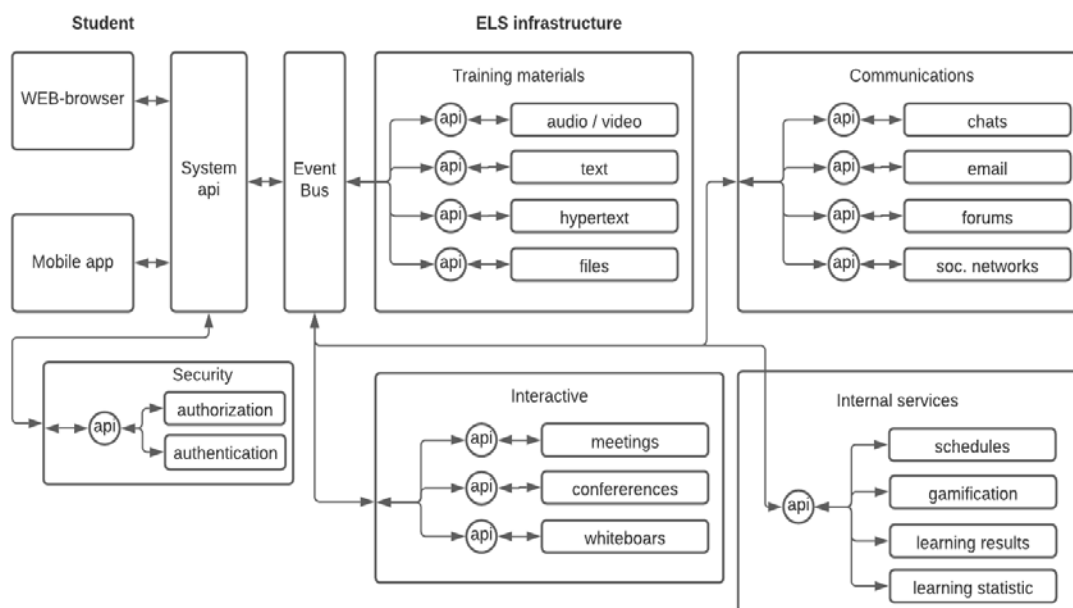


Рисунок 4.8 – МСА домена контуру студента

Під час організації загальної архітектури окремі групи мікросервісів потрібно об'єднувати у домени за функціональними контурами ЕНС як, наприклад, домен студента, домен викладача, домен деканату тощо. Окремі мікросервіси можуть виконувати спільні функції між окремими доменами, як, наприклад, модуль аутентифікації, модуль навчальних ресурсів між викладачами і студентами.

Агентами спілкування виступають WEB-браузери і мобільні застосунки. Для їх комунікацій може бути застосований http-протокол в комбінації зі способами упаковки даних типу JSON, XML тощо [27].

Модуль System API забезпечує автентифікацію клієнтських частин і необхідний інтерфейс взаємодії їх із серверною частиною системи, а також диспетчеризацію даних через Bus Event між доменами і мікросервісами системи.

Домен Training materials надає доступ викладачам і студентам до ресурсів стримінгового типу (аудіо/відео) і файлового типу (текст, гіпертекст, зображення, файли даних тощо).

Домен Communications оперує підсистемами обміну текстового і файлового характеру, такими як чати, форуми, соціальні мережі.

Особливість побудови його внутрішніх API полягає у тому, що ресурси домена можуть бути подані внутрішніми і зовнішніми ресурсами.

Такі API окрім функцій підтримки обміну даними можуть також забезпечувати і аутентифікацію системи у зовнішніх сервісах.

Домен інтерактивних комунікацій підтримує потокові (streaming) сервіси типу аудіо і відео-чатів, відео-конференцій, трансляцій, електронних дошок тощо.

Домен Internal services оперує продуктами обробки даних переважно з бази даних всієї ЕНС.

На рисунку 4.9 подано МСА домена контуру викладацької частини ЕНС.

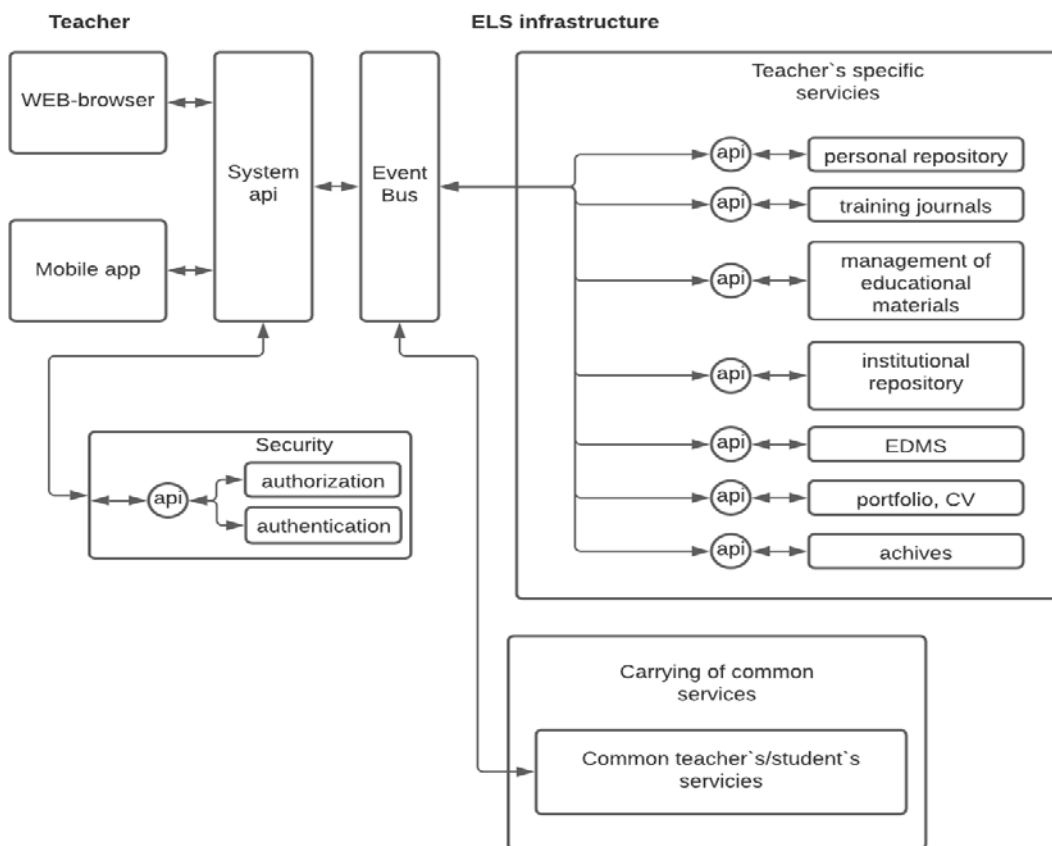


Рисунок 4.9 – МСА домена контуру викладача

Вона має спільні зі студентською частиною компоненти (WEB-інтерфейс, підсистеми аутентифікації і авторизації), але відрізняється наявністю специфічних для цієї задач сервісів, а саме:

1. персональним репозиторієм викладача, який призначений для збирання і використання даних про навчальні, наукові та інші матеріали викладача;

2. інституціональним репозиторієм, у якому містяться офіційні файли навчального закладу та який має API для взаємодії з персональними репозиторіями викладачів.

На рисунку 4.10 подано МСА домена контуру деканатів ЕНС.

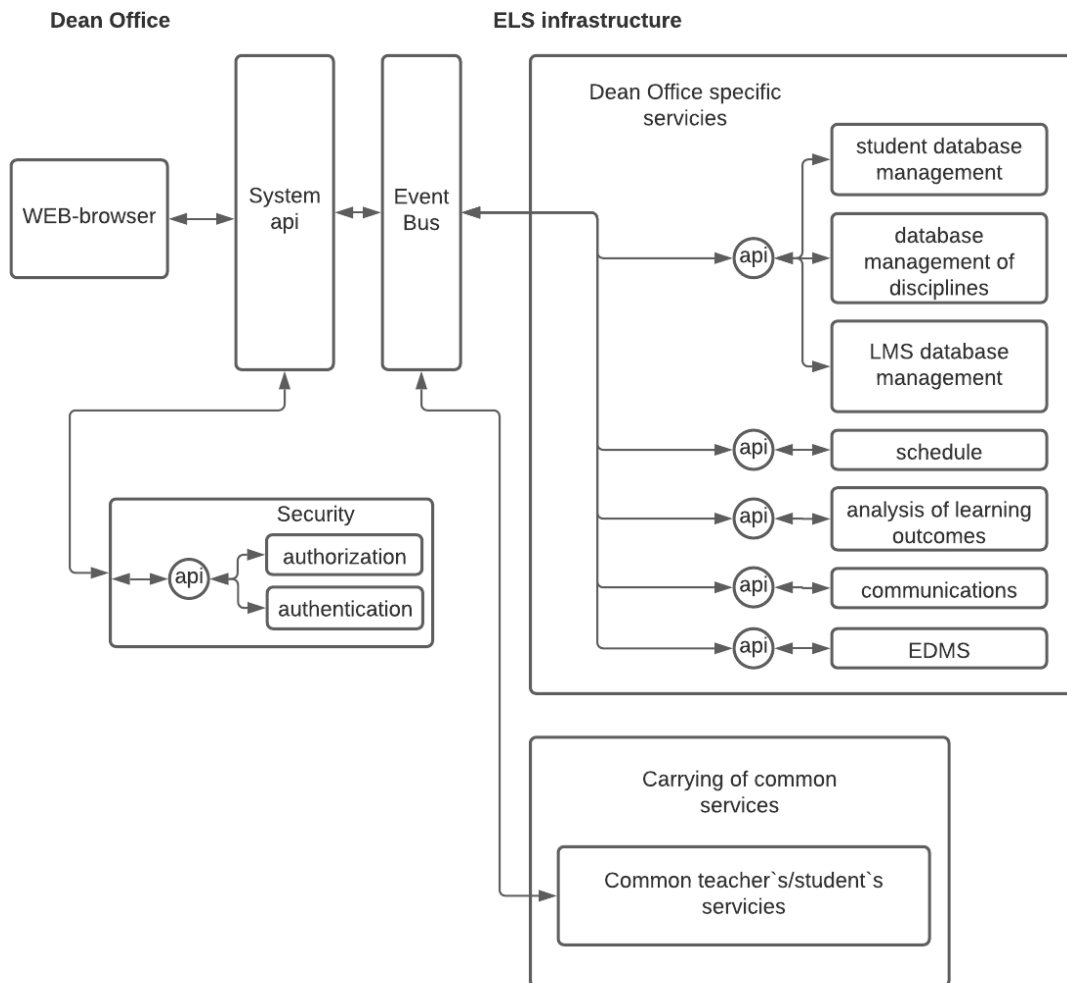


Рисунок 4.10 – МСА домена контуру деканатів.

Отже, можна зробити висновок, що МСА окремих функціональних контурів має схожу архітектуру з різним призначенням та можливостями використання спільних даних системи.

## 4.2 Мікросервісна архітектура JetIQ

Запропоновану ЕНС архітектуру та її принципи побудови реалізовано у системі підтримки навчального процесу JetIQ у Вінницькому національному технічному університеті [28-33].

Основна частина підсистем, кластерів і мікросервісів JetIQ розташована у LXC-контейнерах (Linux Containers) [33;34] на серверах університету. Мікросервіси проєкту базуються на LAMP-технології з використанням реляційних баз даних MySQL. Частина мікросервісів розташована в хмарних сервісах AWS (Amazon Web Services).

Обмін даними між мікросервісами здійснюється на основі RESTful Web API [18]. Формати обміну даними - JSON [27], XML, HTML [19;21]. Оркестрація системи здійснюється на основі технології Proxmox Virtual Environment [35].

Мікросервісну архітектуру системи JetIQ побудовано на єдиній системі аутентифікації і авторизації. У ній реєстрація нових користувачів здійснюється під строгим контролем або для студентів через систему LoD або для співробітників і працівників університету через електронний відділ кадрів.

У системі JetIQ реалізовано єдину систему авторизації і аутентифікації на основі стандарту OAuth 2.0. Завдяки такому підходу можлива ефективна побудова мова архітектури всієї системи з використанням мікросервісів. Основною технологією, яка використовується в системі, є REST архітектура.

На рисунку 4.11 подано схему автентифікації і авторизації клієнта з використанням технології OAuth 2.0 та його взаємодії з одним із мікросервісів.

Взаємодія всіх видів агентів JetIQ відбувається за участі САА.

Автентифікація клієнтських застосунків здійснюється шляхом надання САА логіна, пароля або цифрового коду. Після успішної автентифікації цей клієнт одержує access token і переадресовується до відповідного мікросервісу. Мікросервіс, одержавши від клієнта токен, передає його через внутрішню комп'ютерну мережу системи до САА, яка, перевіривши його валідність, повертає мікросервісу grant з правами доступу клієнта до ресурсів мікросервіса. Після цього

успішного завершення цього етапу клієнт розпочинає роботу з мікросервісом. Подальший захист даних обміну між клієнтом і мікросервісом під час роботи через комп'ютерні мережі Інтернет або Інтранет забезпечується на рівні протоколу HTTPS. Для особливо критичних випадків, доступ клієнта до певних мікросервісів здійснюється лише через спеціально виділену мережу університета через VPN.

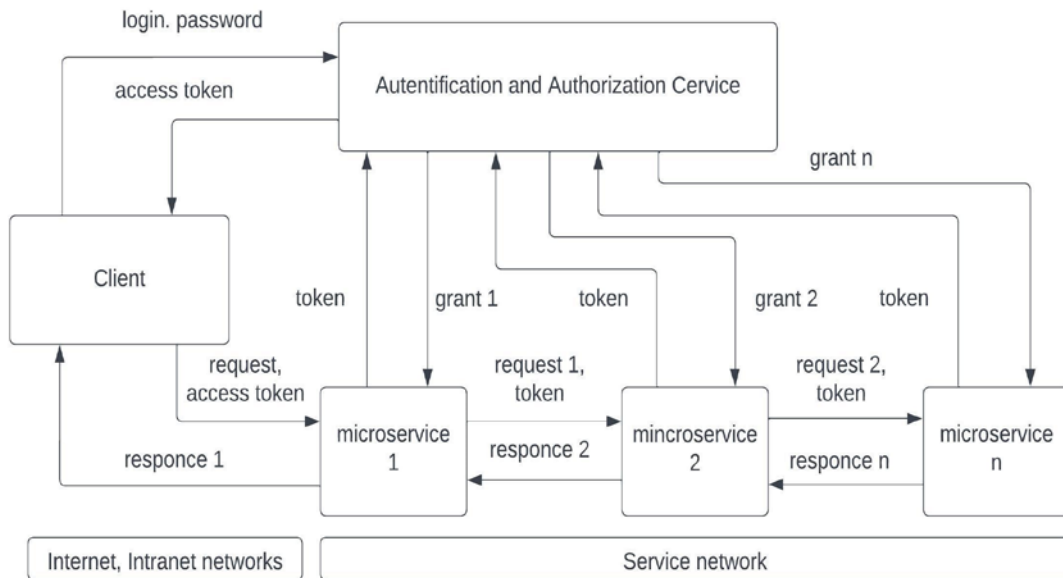


Рисунок 4.11 – Схема САА і взаємодії агентів JetIQ

Залежно від потреб, мікросервіс генерує дані або у вигляді HTML, CSS, JavaScript або у форматі JSON. Перший випадок використовується для генерації веб-контенту для клієнтських браузерів. Другий випадок використовується, коли клієнтами виступають мобільні застосунки або інші мікросервіси системи.

Обмін даними та взаємодія мікросервісів з метою безпеки відбувається через внутрішню (службову) комп'ютерну мережу. По цьому каналу виконується передача токенів, грантів і даних.

Кожен мікросервіс під час одержання запиту і токена (access token) від клієнта або іншого мікросервісу надсилає одержаний access token до системи аутентифікації і авторизації (САА) з метою одержання відповідних грантів, які визначають права доступу до даних.

У системі JetIQ кожен Агент має свій функціонал і дані, а також два мережевих інтерфейси. Один з них є зовнішнім і призначений для роботи мікросервісу через мережу інтернет або інтранет. Другий – внутрішній – службовий інтерфейс, який призначений для обміну даними з іншими мікросервісами системи і САА.

Клієнтами в архітектурі JetIQ виступають WEB-браузери, мобільні застосунки або інші мікросервіси.

У цьому випадку передбачається, що певний клієнт або мікросервіс вже авторизовані у системі і мають свій access token.

Схема автентифікації клієнта та його роботи з трьома мікросервісами побудована так, що один з них безпосередньо взаємодіє із клієнтом, а інші мікросервіси можуть одержувати запити від першого мікросервісу (транзитивна схема). Такий випадок є характерним, коли перший мікросервіс має одержувати дані від інших мікросервісів.

Наприклад, як другий мікросервіс можна розглядати випадок, коли він забезпечує доступ до сервера баз даних. Або, в іншому випадку, перший мікросервіс може розглядатись як система тестування знань студентів, а другий – як система обробки навчальних даних.

Отже, обмін даними між мікросервісами здійснюється в ізольованій внутрішній локальній комп'ютерній мережі системи. Як клієнти у системі JetIQ використовуються веб браузеры, мобільні застосунки або мікросервіси – залежно від випадків передбачається транзитивна взаємодія декількох мікросервісів. За необхідності окремі мікросервіси можуть взаємодіяти з хмарними сервісами, в ролі яких система JetIQ використовує Amazon Web Services (AWS).

Для мікросервісів JetIQ використовується Linux-контейнеризація LXC. Мікросервіси розташовані у docker-контейнерах і розподілені між фізичними серверами університету та хмарними сервісами AWS. Управління контейнерами і їх оркестрація виконуються на основі системи Proxmox [36].

Застосування мікросервісної архітектури у системі JetIQ дозволило:

- ізолювати мікросервіси і, тим самим, покращити надійність системи;

- для автентифікації і авторизації технології використовувати OAuth 2.0, що надало можливість здійснити ефективну захищеність даних і процесів системи;
- масштабувати проект, використовуючи управління контейнерами через систему LXC.

#### 4.3 Інтеграція екосистем JetIQ з іншими платформами і сервісами

Діяльність екосистеми JetIQ відбувається у її тісній взаємодії з іншими програмними системами, ресурсами і сервісами.

На рисунку 4.13 подано її інформаційні зв'язки зі сторонніми системами станом на 2024 рік.

Опис і призначення сторонніх систем у екосистемі JetIQ наведено у таблиці 4.1.

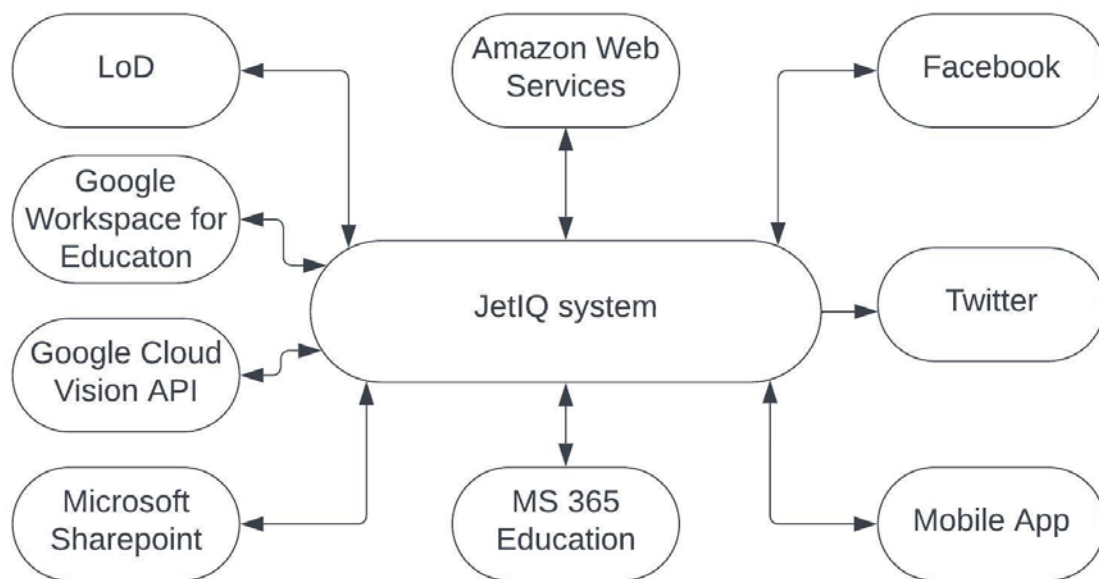


Рисунок 4.13 – Екосистема JetIQ

LoD – система ВНТУ, призначена для організації обміну навчальними даними між Вінницьким національним технічним університетом і Єдиною державною електронною базою з питань освіти (ЄДЕБО). LoD є повністю автономною ізольованою системою. Її взаємодія із JetIQ і ЄДЕБО відбувається через спеціалізовані

віртуальні комп'ютерні мережі (VPN) з використанням транзакційних ключів. Завдяки LoD JetIQ одержує з ЄДЕБО списки студентів, а також списки навчальних груп, навчальні плани і списки дисциплін. Зі свого боку, JetIQ формує для системи LoD всі результати навчання студентів, сесійні відомості. Завдяки такій схемі обміну всі дані є чітко синхронізовані на рівні ключів цих систем.

Таблиця 4.1 – Компоненти екосистеми JetIQ

Ч. ч.	Сервіс	Функції	Примітки
1	LoD	Зв'язок університету з ЄДЕБО Одержання списків студентів від ЄДЕБО Надання списків студентів для JetIQ Надання списків дисциплін, груп, навчальних планів для JetIQ Одержання результатів навчання від JetIQ Надання результатів навчання до ЄДЕБО Інші функції	Зв'язок з ЄДЕБО і JetIQ по окремих VPN
2	Google Workspace for Education (GWE)	Облікові записи викладачів, співробітників і служб Сервіси GWE	Google API
3	Google Cloud Vision API	Сервіс розпізнавання зображень	Google Cloud Vision API
4	Microsoft 365 Education	Облікові записи студентів і викладачів Сервіси Office 365	Автореєстрація облікових записів, MS API
5	MS SharePoint	Файлова база даних JetIQ	MS Graph REST API
6	Amazon Web Services (AWS)	Хмарні сервіси JetIQ	Інтеграція через VPN
7	Facebook	Автопублікація новин	FB API
8	Twitter	Автопублікація новин	Twitter API
9	Мобільні застосунки	JetIQ Student, JetIQ Teacher	REST API JetIQ

Іншою особливістю є те, що всі нові студенти у JetIQ вносяться автоматично, а ручна їх реєстрація принципово відсутня. Це суттєво підвищує безпеку системи і автоматизує одержання логінів і тимчасових паролів.



Університет має ліцензії для навчальних закладів від провідних постачальників інтернет-сервісів. Google Workspace for Education надає працівникам і службам ВНТУ електронну пошту в домені @vntu.edu.ua і свої сервіси (Google Docs, Google Sheets, Google Calendar, Meet, Google Disk тощо). Інтеграція JetIQ з цим сервісом надає можливість автоматичної авторизації учасників.

Google Cloud Vision API використовується для автоматичного контролю коректності завантажуваних у JetIQ зображень.

Microsoft 365 Education разом із своїми сервісами через також свій API інтегрований у екосистему JetIQ. Він використовується для надання корпоративної пошти студентам і працівникам у домені @vntu.vn.ua, а також всіх сервісів згідно з ліцензією. Студенти, як і працівники, можуть створювати свої корпоративні облікові записи із системи JetIQ самостійно.

Microsoft SharePoint використовується як хмарне файлове сховище, поєднане з файловими сервісами користувачів JetIQ.

Частина мікросервісів і даних JetIQ розташована у хмарі Amazon Web Services (AWS).

Мобільні застосунки системи JetIQ Student і JetIQ Teacher інтегруються з екосистемою через REST API JetIQ.

Експонування публічної активності університету здійснюється як на власних WEB-серверах, так і у соціальних мережах. Для автоматизації процесу публікації новин система має інтеграцію з Facebook і Twitter. Завдяки цьому новина публікується лише у JetIQ, а далі вона автоматично реплікується на інші соціальні ресурси.

#### 4.4 Результати впровадження мікросервісів JetIQ

Наведена вище архітектура ЕНС та принципи її побудови реалізовано у системі підтримки навчального процесу JetIQ у Вінницькому національному технічному університеті [29-34]. У таблиці 4.2 наведено основні технічні показники станом на 2024 р.

Основна частина підсистем, кластерів і мікросервісів JetIQ розташована на віртуальних машинах і контейнерах на серверах університету. Мікросервіси проєкту реалізовані на LAMP-технології з

використанням реляційних баз даних MySQL . Частина мікросервісів розташована в хмарних сервісах Amazon Web Services.

Обмін даними між мікросервісами здійснюється на основі RESTful Web API [19]. Формати обміну даними - JSON [28], XML, HTML [20, 22].

Таблиця 4.2 – Основні показники системи JetIQ станом на 15.06.2024.

<b>Категорія</b>	<b>Параметр</b>	<b>Значення</b>
Користувачі	Студентів	16298
	Студентських груп	3024
	Викладачів/співробітників	1845
	Факультетів	9
Навчальні та наукові ресурси	Навчальних матеріалів	33481
	Наукових публікацій	39952
	Навігаторів навчальних ресурсів	6100
	Електронних тестів	6249
	Одержано відповідей на питання електронних тестів (2024 рік)	4047268
Електронний деканат	Відомостей	67669
	Оцінок	686656
Електронний розклад занять	Занять	77688
	Аудиторій	482
Репозиторії	Науковий	34111
	Документальний	5779
	Персональні	71441
Професійна активність	CV	482
	Сертифікати	465
Мобільні застосунки	JetIQ Student	6207
	JetIQ Teacher	213

Оркестрація системи здійснюється Proxmox на основі технології LXC [35].

В процесі експлуатації з 2016 по 2024 рік було проведено порівняння монолітного прототипу JetIQ з його мікросервісною версією. Спостерігалось значне збільшення стабільності і реактивності MSA-версії за рахунок розподілу і балансування навантаження між її підсистемами. Також мікросервісна архітектура дозволила суттєво підвищити рівень захищеності за рахунок ізоляції мікросервісів і застосування багаторівневої системи аутентифікації.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ДО РОЗДІЛУ 4

1. Armenski G., Gusev M. Architecture of Modern E-learning Systems: *International Conference for Informatics and Information Technology: Proceedings of The 6th International Conference for Informatics and Information Technology*, 2008. P. 38-42. URL: <https://ciit.finki.ukim.mk/data/ViewPageArchive.html?year=2008>
2. Trends and Issues in e-learning infrastructure development / K. Blinco et al. A White Paper for alt-i-lab 2004 Prepared on behalf of DEST (Australia) and JISC-CETIS (UK). 2004.
3. Moodle. URL: <https://moodle.org>.
4. Сократ. Електронна система ВНЗ. URL: <https://socrates.vsau.org>.
5. OPENedX. URL: <https://open.edx.org>.
6. edX. URL: <https://edx.org>.
7. Canvas. URL: <https://www.instructure.com>.
8. Prometheus. URL: <https://prometheus.org.ua>.
9. Liang P.-H., Yang J.-M. Virtual Personalized Learning Environment (VPLE) on the Cloud. In: Gong, Z., Luo, X., Chen, J., Lei, J., Wang, F.L. (eds.) WISM 2011, Part II. LNCS, vol. 6988, P. 403–411. Springer, Heidelberg. 2011.
10. Coursera. URL: <https://coursera.org>.
11. Udemy. URL: <https://udemy.com>.
12. Cisco Networking Academy. URL: [https://www.cisco.com/c/m/en\\_sg/sec-offerings/index.html](https://www.cisco.com/c/m/en_sg/sec-offerings/index.html).
13. Adobe Captivate Prime LMS URL: <https://www.adobe.com/ua/products/captivateprime/prime-rfi.html>.
14. Unix philosophy. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Unix\\_philosophy](https://en.wikipedia.org/wiki/Unix_philosophy).

15. Rice D., Foemmel M., Hieatt E., Mee R. and Stafford R. Patterns of Enterprise Application Architecture. Addison-Wesley, 2002.560 p.
16. Fielding Roy Thomas Chapter 5: Representational State Transfer (REST). Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures (PhD). University of California, Irvine. 2000. URL: <https://www.webcitation.org/67gOwyTek?url=http://www.ics.uci.edu/~fielding/pubs/dissertation/top.htm>.
17. Erl Thomas, Carlyle Benjamin, Pautasso Cesare; Balasubramanian Raj 5.1. SOA with REST: Principles, Patterns & Constraints for Building Enterprise Solutions with REST. Upper Saddle River, 2001.New Jersey: Prentice Hall. 245 p.
18. Richardson Leonard, Amundsen Mike RESTful Web APIs. 2016. O'Reilly Media. 256 p.
19. Hypertext Transfer Protocol- HTTP/1.1 URL:<https://tools.ietf.org/html/rfc2616>.
20. Berners-Lee, T., Hendler, J., & Lassila, O. The Semantic Web. A New Form of Web Content That Is Meaningful to Computers Will Unleash a Revolution of New Possibilities. Scientific American. 2001, 284, P. 1-5.
21. Fielding Roy Hypertext Transfer Protocol (HTTP/1.1): Semantics and Content, Section 4. IETF. Internet Engineering Task Force (IETF). RFC 7231. Retrieved 2018-02-14. URL: <https://tools.ietf.org/html/rfc7231>.
22. Apache Kafka. URL: <https://kafka.apache.org>.
23. RabbitMQ. URL: <https://www.rabbitmq.com>.
24. Redux-Saga. URL: <https://redux-saga.js.org>.
25. Pattern SAGA. URL: <https://microservices.io/patterns/data/saga.html>.

26. SAGA Pattern. URL: <https://docs.aws.amazon.com/prescriptive-guidance/latest/modernization-data-persistence/saga-pattern.html>.
27. Java XML and JSON: Document Processing for Java SE. Jeff Friesen. Apress; 2nd ed. edition (January 11, 2019), ISBN 1484243293, 546 pages.
28. Palamarchuk Y., Kovalenko, O. Optimization of electronic test parameters in learning management systems. *2nd International Workshop on Information-Communication Technologies and Embedded Systems Virtual*, Mykolaiv, 12 November 2020: CEUR Workshop Proceedings, 2020 p., v. 2762, pp. 98–109.
29. Bisikalo O., Palamarchuk Y, Kovalenko O. Results of implementation of the pilot project of management system for learning and concomitance of the educational, methodological and scientific activities “JetIQ”. *Scientific-practical conference: Proceedings of the 9th scientific-practical conference*, Lviv, November 21-23, 2017. Lviv: Vydavnytstvo Naukovoho tovarystva im. Shevchenka, 2017. P. 73-77.
30. Bisikalo O., Kovalenko O., Palamarchuk Y. Models of Behavior of Agents in the Learning Management System. *Computer Sciences and Information Technologies: Proceedings of the XIV International Scientific and Technical Conference (CSIT -2019)*", Volume 4. Lviv, 2019. P. 222-227.
31. Kovalenko O., Palamarchuk Y. Contours of the learning management system: traditional, blended and distance learning. *INTERNET-EDUCATION-SCIENCE-2020: Proceedings IES 2020*, Vinnytsia, 26–29 May 2020. Vinnytsia, VNTU. 2020. P. 230–231.

32. Palamarchuk Y., Kovalenko O. Algorithms of blended learning in IT education. *XIII International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Informational Technologies: Proceedings of the XIV International Scientific (CSIT), Lviv, 11–14 September 2018.* 2018. P. 382–386.
33. Senthil Kumaran S. *Practical LXC and LXD: Linux Containers for Virtualization and Orchestration.* Apres, 2017. 159 p.
34. Ivanov K. *Containerization with LXC.* Packt Publishing. 2017. 352 p.
35. Proxmox. URL: <https://www.proxmox.com>.

## **5 JETQ – ЕЛЕКТРОННА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ПІДТРИМКИ УПРАВЛІНСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ**

### **5.1 Особливості автоматизації управлінських процесів закладу вищої освіти**

Освітній інформаційний менеджмент передбачає реалізацію основних функцій менеджменту на рівні закладу вищої освіти та інших організаційних структур за допомогою сучасних інформаційних технологій, створення електронного інформаційного освітнього середовища для підтримки управлінських рішень. Управління сучасним університетом базується на принципах менеджменту якості з врахуванням особливостей розвитку навчальних закладів [1-3].

Існує управлінська вертикальна ієрархія управління, яка передбачає прийняття управлінських рішень “Зверху - вниз”, спираючись на зібрану або подану інформацію. У закладі вищої освіти це передбачає ієрархію ректор-проректори-керівники підрозділів і декани-кафедри. Але управлінський менеджмент в закладі вищої освіти має свої особливості та не є прямо підпорядкованим. Так, наприклад, функція організації освітнього процесу здійснюється та контролюється проректором з навчальної роботи та навчальним відділом, деканатами, які формують розклади та організують студентів, кафедрами та методичним відділом, які відповідають за зміст та якість навчання, яка, в свою чергу, контролюється центром забезпечення якості освіти. Така змішана організаційна структура доповнюється також функціями організації, моніторингу та контролю наукової та господарської діяльності. Безпосередньо освітній процес управляється деканатом, кафедрою - на рівні його змісту та якості, а також за участі «Центру забезпечення якості освіти» зі сторони ректора та проректора й відповідно до горизонтального менеджменту навчання студент-викладач.

Існуючі системи управління навчанням підтримують, як правило, зв'язок студент-викладач через інформаційні ресурси та комунікативні інструменти, а також доповнюються (не завжди) електронними



журналами, заліковими електронними книжками, системою документообігу, файловими архівами (для зберігання документів), комунікативними інструментами зв'язку з МОН, НАЗЯВО і ЄДЕБО [4;5]

Власне управлінські процеси в закладі вищої освіти охоплюють широкий спектр діяльності, спрямованої на ефективне керування навчальним закладом. Основні з них містять такі аспекти:

1. *Стратегічне планування.* Розробка стратегічних цілей та визначення місії закладу вищої освіти. Цей процес містить аналіз зовнішнього середовища, внутрішніх ресурсів та можливостей з метою визначення стратегії розвитку закладу.

2. *Фінансове управління.* Планування та керування фінансовими ресурсами закладу. Воно містить складання бюджету, контроль над витратами, пошук додаткових джерел фінансування і забезпечення фінансової стійкості закладу.

3. *Управління персоналом.* Рекрутування, навчання, оцінення та управління персоналом закладу. Цей процес охоплює планування кадрових потреб, проведення набору персоналу, розвиток професійних навичок, а також оцінення працівників.

5. *Академічне управління.* Керування освітнім процесом та забезпечення якості навчання. Це розробка навчальних планів, визначення вимог до якості освіти, організація екзаменаційних сесій, взаємодія зі студентами та викладачами.

6. *Управління якістю.* Визначення стандартів якості навчання та розробка механізмів контролю за їх виконанням. Цей процес містить оцінення якості навчання, здійснення рецензування програм навчання, проведення аудитів та моніторингу діяльності закладу.

7. *Зовнішні зв'язки та маркетинг.* Розвиток співпраці з роботодавцями, іншими університетами та громадськими організаціями. Це реклама та просування закладу, участь у конференціях та виставках, залучення грантів та спонсорської підтримки.

8. *Інформаційне управління.* Розробка та використання інформаційних систем для підтримки управлінських рішень. Тут передбачається автоматизація управлінських процесів, збір та аналіз даних, забезпечення інформаційної безпеки. Ці управлінські процеси

взаємодіють між собою та допомагають керівникам закладу вищої освіти ефективно управляти навчальним процесом, його ресурсами та досягати стратегічних цілей закладу.

Управління вищим навчальним закладом можна розділити на напрями:

- Управління господарською діяльністю, яка передбачає розвиток матеріальної бази, забезпечення доступного, якісного, безпечного освітнього середовища;
- Управління освітніми програмами (відповідно до процедур акредитації).
- Управління ліцензіями для надання освітніх послуг.
- Управління іншими видами робіт (оренда, виробнича, науково-конструкторська діяльність тощо).
- Управління окремими видами діяльності – наприклад, управління контролем та моніторингом використання житлового фонду гуртожитків. Управління останніми здійснюється відповідно до стандартів та рекомендацій щодо забезпечення якості в Європейському просторі вищої освіти, стандартів кожної освітньої програми з підготовки за різними спеціальностями, законодавства .

Цифрова трансформація в освіті стосується активного запровадження систем управління навчанням для дистанційного та змішаного формату, а також процедур автоматизації управлінських процесів, подання прозорості інформації на сайтах університетів, запровадження спеціальних програм для дотримання принципів доброчесності тощо. Досвід вітчизняних та закордонних університетів і результати досліджень щодо розвитку інформаційних систем в освіті свідчить про те, що розвиток єдиної інформаційної екосистеми з використанням інформаційної бази для управління є актуальним і потребує спеціальних досліджень та моделей для подальшого запровадження.

Рушіями такої автоматизації та цифровізації є реалізація законів України «Про доступ до публічної інформації», «Про інформацію». Вони формують основу Положення про публічну інформацію Міністерства освіти та науки і кожного окремого закладу вищої освіти, оновлення контенту офіційного сайту ЗВО, потреб в сучасних системах

документообігу. Головні аспекти законів України про вищу освіту та її цифровізацію враховані в Положенні про акредитацію освітніх програм [6]. Але, на жаль, автоматизація управлінських процесів у закладах вищої освіти здійснюється фрагментарно.

Це пов'язано з тим, що для прийняття управлінських рішень в освітньому менеджменті для керівників різних рівнів має бути підготовлена і доступна у зручній для роботи формі відповідна структурована інформація, яка дозволить достатньо швидко формувати варіанти ефективних управлінських рішень.

Розглянемо відомі «готові» програмні рішення автоматизації управлінських процесів закладу вищої освіти.

Так, автоматизована система управління закладом вищої освіти Unitech (ЗВО) III – IV рівня акредитації містить такі автономні модулі [4]:

1. Підтримка структури.
2. Офіційний веб-сайт.
3. Навчальна частина.
4. Розклад занять.
5. Абітурієнт.
6. Система документообігу.
7. Деканат.
8. Кафедра.
9. Вчені ради.

Ці модулі, як правило, мають спільне сховище даних і систему довідників. Кожен модуль використовує клієнт-серверну архітектуру і має деревоподібну структуру інформаційного контенту

Розглянемо особливості функціонування автоматизованої інформаційної системи АІСТ ХНАДУ [5]. Вона призначена для автоматизації діяльності деяких служб університету. У ній реалізовано концепцію розподілених баз даних і застосування локальної комп'ютерної мережі. Фізична її реалізація базується на пакеті програмного забезпечення для узагальненої системи зберігання та пошуку інформації CDS/ISIS (UNESCO). Система має два пов'язаних між собою програмних комплекси:

- Комплекс НТБ-ВНЗ – автоматизація бібліотечних процесів.
- Комплекс АСУ-ВНЗ – автоматизація служб університету.

Основні її підсистеми подано модулями управління даними кадрового складу, даними студентів та викладачів, навчальними матеріалами, результатами успішності. Тут запроваджено єдиний механізм управління і обробки даних із застосуванням єдиної техніки введення та подання. Саме це дозволяє ХНАДУ розвивати і доповнювати систему модулями для ведення особистих справ студентів, збору статистичної інформації, оперативного обліку руху контингенту студентів відповідно до наказів, формування відомостей тощо.

Такий підхід є основою для формування єдиного інформаційного середовища управління на двох рівнях – роботи окремих об'єктів автоматизації (структурних підрозділів ЗВО) та взаємодії модулів між собою в режимі синхронізації.

Переваги архітектури АІСТ:

- Багатофункціональна підтримка різних баз даних, надання користувачам індивідуального набору сервісних засобів;
- Відсутні обмеження на кількість користувачів та наявність адаптованого користувацького інтерфейсу;
- Підтримка системи довідників та словників;
- Наявність наборів шаблонів для виконання звітних документів.
- Підтримка процедури експорту-імпорту даних для сполучення з різними системами створення та підтримки контенту.
- Застосування відкритого програмного коду, що дає можливість запроваджувати нові модулі.

Недоліки системи аналогічні тим, що базуються на «готових» рішеннях. З однієї сторони вони полягають у потребі обслуговування програмних продуктів представниками постачальників цих програмних продуктів. З іншої сторони, готові рішення системи управління ЗВО мають бути глибоко адаптовані до особливостей освітніх та управлінських процесів конкретного навчального закладу,

що для такої форми програмних продуктів реалізувати практично неможливо.

Серед багатьох програмних рішень для вищих навчальних закладів можна виділити застосунки управління освітнім процесом. Запропоновані готові рішення не завжди можуть бути адаптовані до реальних ситуацій правління з використанням цифрових інструментів [7].

Розглянемо ситуацію визначення основних процесів автоматизації та використання інструментарію екосистеми «Електронний університет» та її управлінських модулів.

Наприклад, прийняття рішення щодо введення нової освітньої програми (ОП) має ґрунтуватись на можливостях матеріальної бази, наявності відповідного викладацького складу, аналізу ринку освітніх послуг в регіоні, потреб в спеціальності, можливостях отримання державних місць на спеціальність тощо. Таку інформацію готує відповідальна робоча група випускової кафедри. Доручення щодо підготовки інформації може бути надано відповідно до ієрархічного ланцюга – проректор-декан-кафедра (робоча група). Відповідність показників має контролювати Центр забезпечення якості освіти. Доручення надається шляхом використання системи документообігу. Документи готуються, використовуючи шаблони з подальшою перевіркою відповідності критеріям та ліцензійним вимогам. Перевірка, рецензування файлів з інформацією за перерахованими напрямками здійснюється або в режимі колективного редагування документів в системах Google, Microsoft, або за допомогою текстових редакторів, електронних таблиць та електронної пошти. Зберігаються такі файли на персональних комп'ютерах і в хмарних сховищах.

Але у такому випадку, як правило, відсутні структуровані сховища, а також чітке структурування інформації з можливістю її консолідації за певними критеріями та контроль відповідності вимогам. Саме тому для більш чіткого структурування інформації та виконання доручень необхідно використовувати спеціальний програмний модуль управління освітніми програмами, який має бути пов'язаний з іншими модулями автоматизації процесів управління і допомагати комплексно вирішувати ці задачі.

Серед напрямів автоматизації процесів управління можна виділити такі:

- процеси збереження та передачі персональних даних здобувачів та викладачів, змісту ОП, результатів навчання ЄДЕБО;
- управління документообігом DocJet;
- управління навчанням LMS;
- управління освітніми програмами QEd;
- управління персоналом EHR.

В таблиці 5.1 подано програмні модулі реалізації певних напрямів автоматизації процесів управління закладу вищої освіти.

Таблиця 5.1 - Програмні модулі реалізації напрямів автоматизації ЗВО

Процеси автоматизації	Мета	Цільові користувачі	Система, модуль реалізації
Загальне управління	Автоматизація процесів збирання, обробки, зберігання та збереження персональних даних ЗВО, результатів навчання та підвищення кваліфікації викладачів, забезпечення ефективної комунікації з системами ЄДЕБО, НАЗЯВО, МОН .	Керівництво університету, деканати	Система LoD, Електронний деканат, Індивідуальний план студента, ENR, модулі CV, QR. Підтримка офіційного сайту вищого навчального закладу, надання публічної інформації, корпоративна електронна пошта.
Управління навчанням	Автоматизація процесів підтримки дистанційного та змішаного навчання для підвищення якості результатів навчання, удосконалення комунікацій студент-викладач-деканат	Студент, викладач, працівники деканату, працівники навчально-методичного відділу, керівництво університету	Електронний деканат, кабінет студента, кабінет викладача, Jet-сайти кафедр та відділів, методичний репозиторій
Управління документообігом	Автоматизація процедури призначення, виконання та контролю доручень для підвищення рівня якості управління; планування та реалізація заходів	Керівництво університету, організатори та модератори заходів	Система документообігу DocJet
Управління освітніми програмами	Моніторинг та контроль показників кадрових вимог започаткування та впровадження освітньої діяльності	Керівництво університету, Центр забезпечення якості освіти, викладачі	Персональні сторінки та сайт викладача, CV, QR
Управління освітніми програмами	Управління змістом та документами освітніх програм	Керівництво університету, Центр забезпечення якості освіти Кафедра, що відповідає за освітню програму, стейкхолдери	QEd Модуль управління освітніми програмами
Управління персоналом	Динамічне оновлення достовірної інформації щодо викладачів, відповідність кадровим вимогам ліцензійних умов створення та впровадження освітньої діяльності	Керівництво, працівники відділу кадрів, викладачі.	ENR. Електронний відділ кадрів

JetIQ – електронна інформаційна системи підтримки управлінської діяльності передбачає запровадження інформаційних технологій освітнього менеджменту. Такий вид управління реалізує основні функції для планування, організації, мотивації та контролю освітнього процесу, наукової, методичної та організаційної діяльності в конкретному навчальному закладі відповідно до певних місії та цілей розвитку, які відповідають базовим принципам організації освіти в Україні. Автономія закладу вищої освіти передбачає запровадження власних організаційних структур, автоматизованих систем, освітніх програм та форматів навчання [4].

Інформаційна екосистема закладу вищої освіти використовує метадані користувачів та контентну інформацію щодо результатів освітньої діяльності для функціонування мікросервісів системи.

Модель автоматизації управлінських процесів в закладах вищої освіти є основою для запровадження різних інформаційних технологій та програмних рішень для полегшення та оптимізації роботи адміністративного персоналу та покращення ефективності управління. Загальна традиційна модель інформаційної екосистеми «Електронний університет» складається з таких модулів:

1. Система електронного документообігу - застосування спеціалізованого програмного забезпечення для цифрового створення, обміну, зберігання та керування документами, пов'язаними з управлінськими процесами (наприклад, внутрішні звіти, листи, рішення, договори тощо). Це дозволяє скоротити час на обробку документів, полегшує спілкування та співпрацю між відділами та покращує доступ до інформації.
2. Інтегрована система управління навчальним процесом (LMS) - використання спеціалізованого ПЗ для управління навчальним процесом, включно планування курсів, розкладу занять, завдань, оцінювання студентів, комунікації тощо. LMS допомагає автоматизувати адміністративні завдання викладачів та полегшує доступ студентів до навчального матеріалу та взаємодії з викладачами.
3. Система управління даними - використання централізованої системи для зберігання та управління даними щодо студентів



та викладачів з метою формування звітної та публічної інформації

4. Автоматизована система управління фінансами - як правило, захищений або/і відокремлений модуль управління бухгалтерською та фінансовою інформацією навчального закладу.
5. Аналітична система управління - використання інструментів збирання та аналізу даних про розподіл ресурсів, академічну успішність, ефективність навчального процесу тощо. Аналітика надає керівникам закладу можливість отримувати об'єктивні дані для прийняття рішень, а також виявлення тенденцій та вдосконалення стратегій.

Автоматизація управлінських процесів розділена на такі

категорії:

1. Формування документів, збереження та публікація їх на офіційних та внутрішніх сайтах ВНЗ.
2. Управління дорученнями та подіями.
3. Управління освітніми програмами як процесами надання освітніх послуг.
4. Управління персоналом відповідно до ліцензійних вимог до викладацького складу ВНЗ.

*Розробка документів* здійснюється службами та робочими групами відповідно до вимог та стандартів закладу. До них відносяться рішення Вченої ради, академічні регламенти, положення, довідники, звіти тощо. У цьому процесі є доцільним сформувати бібліотеку шаблонів та відповідності вимогам системи якості.

*Збереження документів* здійснюється у структурованій системі файлів та тек для систематизації документів відповідно до їх типу, категорії та теми. Спеціальні репозиторії для внутрішніх документів забезпечені також інструментарієм пошуку та фільтрації.

*Офіційний сайт* ЗВО – потрібно, що мав розділ для публічної інформації, окремі підрозділи служб, приймальної комісії, посилання на сайти факультетів, кафедр тощо.

*Внутрішній сайт* ЗВО або його портал призначений для організації обміну інформацією між студентами, викладачами, адміністративним

та обслуговуючим персоналом. Механізми обміну можуть бути реалізовані у вигляді веб-сторінок, репозиторіїв, дошок об'яв, месенджерів та інших форм.

Доступ до опублікованих документів має бути забезпечений відповідно до встановлених політик безпеки та конфіденційності.

На рис. 5.1 подано загальну модель системи управління для закладу вищої освіти.



Рисунок 5.1 – Загальна модель системи управління університетом

Така модель не містить управління фінансами. Цей модуль працює ізольовано від всієї системи з міркувань безпеки. Основні процеси сфокусовано на управлінні освітнім процесом, дорученнями та подіями та освітніми програмами. В третьому розділі монографії було подано модель управління відповідно до функціонального контуру системи.

Підсистема «Електронний відділ кадрів» дозволяє ефективно використовувати поточну, оновлювану у реальному часі інформацію в профілі кожного викладача та співробітника.

Отже, зазначена загальна модель управління закладом вищої освіти охоплює загальні стратегічні та операційні цілі різних видів діяльності, автоматизує роботу персоналу та надає доступ до публічної інформації.

## 5.2 Концепція управління освітніми програмами

Загальна концепція управління освітніми програмами передбачає створення стратегії, реалізацію розробки, моніторинг для оцінювання та контролю; внесення змін відповідно до потреб зовнішнього та внутрішнього середовища, за результатами взаємодії із стейкхолдерами, а також оцінювання відповідності критеріям акредитації; постійне оновлення та розвиток освітніх програм.

Стратегічне планування складається з визначення місії, цілей та стратегічних пріоритетів закладу вищої освіти. Це є основою для розробки освітніх програм, враховуючи потреби ринку праці, тенденції у суспільстві та акредитаційні вимоги.

Розробка освітніх програм передбачає вивчення актуальних знань та навичок, що потрібні студентам у конкретній галузі, і створення програм, які відповідають цим потребам. Це містить визначення змісту, планування освітніх компонентів, формування компетенцій, вибір методів навчання та оцінювання, визначення результатів навчання.

Управління забезпечує показники якості навчального процесу в межах освітніх програм, зокрема контроль за реалізацією програм, підтримку викладачів, вдосконалення навчальних матеріалів та методик, оцінення студентів, забезпечення актуальності програм тощо. Моніторинг та оцінювання результатів реалізації освітніх програм здійснюються шляхом формування та аналізу даних щодо рівня ефективності освітніх програм, оцінювання студентських досягнень, залучення стейкхолдерів до процесу оцінювання, виявлення сильних та слабких сторін програми.

Адаптація до змін здійснюється шляхом врахування тенденцій розвитку галузей, оновлення освітніх програм згідно з вимогами та потребами ринку праці, рівня технологій та потреб студентів.

Отримання ліцензій та сертифікатів щодо акредитації для визнання та встановлення відповідності стандартам якості здійснюється за

нормативними документами. В системі управління формується та зберігається достовірна інформація щодо освітніх та управлінських процесів реалізації освітніх програм, співпраці зі всіма зацікавленими особами. Управління освітніми програмами передбачає виконання відомих функцій менеджменту з врахуванням особливостей освітніх процесів.

Додана ще одна функція – публічність, яка призначена для визначення вимог до публікації публічної інформації щодо реалізації освітньої програми. Така функція обумовлена вимогами щодо наповнення офіційного сайту університету публічними нормативними документами відповідно до кожної освітньої програми. Управління освітніми програмами закладу вищої освіти потребує постійного оновлення та вдосконалення, гнучкості та реагування на зміни в галузі та потреби студентів. В таблиці 5.1 подано приклади реалізації функцій менеджменту для управління освітніми програмами.

Таблиця 5.1 – Функції освітнього менеджменту в управлінні освітніми програмами

Функції	Виконавці/споживачі	Інформаційний контент	Модулі системи JetIQ	Публікація інформаційних матеріалів	Зв'язок із ЄДЕБО, НАЗЯВО
Планування	Відповідальна кафедра під керівництвом Гаранта готує документи для створення та реалізації ОП (Центр забезпечення якості вищої освіти)	Зміст освітньої програми відповідає стандартам і потребам майбутніх споживачів освітніх послуг, рекомендаціям НАЗЯВО, МОН.	Файловий контейнер №1 модуля системи управління освітніми програмами.	Сайт кафедри, загальний сайт ЗВО.	Методичні рекомендації. Публічна інформація ЄДЕБО.
Організація	Навчальний відділ, деканат, кафедри, відповідальні за освітні компоненти	Навчальний план.	Файловий контейнер №2 модуля системи управління освітніми програмами	Публікація необхідних матеріалів в системі НАЗЯВО.	Рекомендації МОН щодо організації освітнього процесу
Мотивація	Структуризація інформації та динамічне оновлення змісту ОП відповідно до вимог стейкхолдерів.	Структурована інформація для реалізації освітньої програми.	Документація освітньої програми, структурована за контейнерами	Тільки публічна інформація. Інформація в системі	Рекомендації НАЗЯВО
Реалізація	Надання якісних освітніх послуг відповідно до публічно поданої освітньої програми з можливістю внесення змін відповідно до потреб стейкхолдерів.	Інформаційні потоки та результати реалізації освітнього процесу.	Електронний деканат, кабінет студента, кабінет викладача, навігатори дисциплін, репозиторії, CV, модуль підвищення кваліфікації, індивідуальний план студента, відлужки, обговорення, пропозиції до змін в ОП – 3файловий контейнер	Документообігу, модулі управління ОП.	Рекомендації МОН. Публічна інформація. ЄДЕБО. НАЗЯВО.
Контроль	Надання якісних освітніх послуг. Акредітація освітньої програми.	За змістом, показниками CV, QR, силабусами, програмами, результатами, опитуваннями.	Файлові контейнери освітньої програми, CV, QR		
Публічність	Прозора та достовірна інформація щодо планування та реалізації освітньої програми для абітурієнтів та здобувачів, стейкхолдерів.		Файловий контейнер №4 – затверджена освітня програма		Нормативні документи. Освітня програма, результати опитування. Навчальний план. Звіт самооцінювання. Результати акредитації.

Такі програми визначають компетентності та зміст навчання, базуються на навчальних планах, в яких визначено основні освітні компоненти та розподілено за часом всі види навчання.

Перша категорія – це пасивна інформація документів, які містять варіанти проєктів та затверджену освітню програму, освітні компоненти, навчальний план, документи ліцензування та акредитації.

Друга категорія – це документи, що формуються для реалізації освітньої програми. До них відносяться персональні дані її учасників, факти підвищення кваліфікації, ділової активності викладачів, результати навчання за різними видами освіти, результати обговорення, формування пропозицій щодо реалізації освітньої програми, внесення змін в програму та навчальний процес. Статистичні дані дозволяють оцінити викладацьку активність за кількістю методичних та наукових праць, пунктів активності, рівнем заповнення навігаторів дисциплін тощо.

Управління освітніми програмами здійснюється за вертикальною ієрархічною організацією: ректор – проректори з наукової та навчальної роботи, директор центру забезпечення якості освіти, гарант разом із завідувачем кафедри.

Організаційна структура управління освітніми програмами є змішаною; її подано на рис. 5.2.

Загальне керівництво здійснює ректор через проректорів та деканів факультетів. Проректор з наукової роботи здійснює контроль за результатами наукових досліджень, які використовуються в освітньому процесі для реалізації ОП. Проректор з господарської діяльності забезпечує відповідність матеріальної бази. Проректор з навчально-методичної роботи та директор центру забезпечення якості освіти є безпосередніми цільовими користувачами системи управління освітніми програмами.

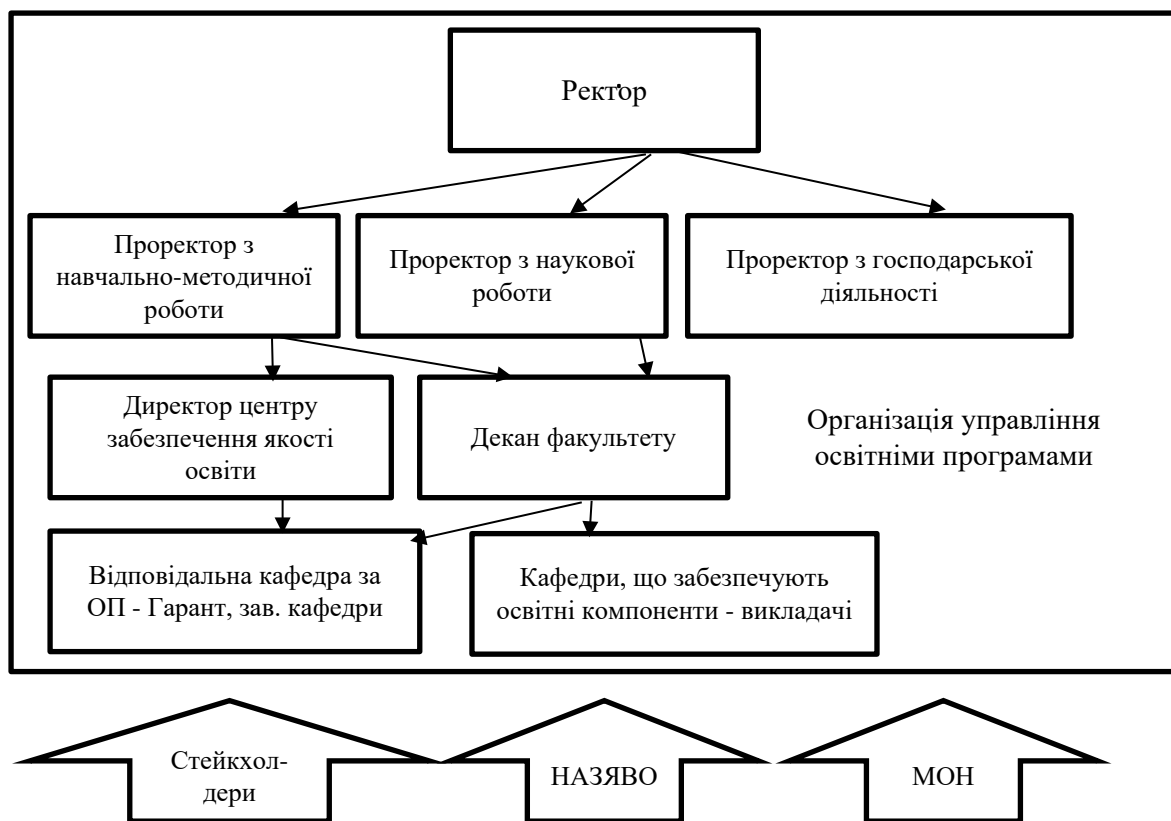


Рисунок 5.2 – Організаційна структура управління освітніми програмами

Директор забезпечення якості освіти має найвищий пріоритет доступу до цієї інформації.

В таблиці 5.2 подано відповідність критеріїв та опублікованої підтвердженої інформації для забезпечення принципу доказовості рівня якості реалізації освітньої програми.

Таблиця 5.2 – Відповідність критеріїв оцінювання якості освіти та подання інформації в електронному освітньому середовищі ЗВО та на офіційному сайті

Критерій оцінювання якості освіти	Представлення в електронному освітньому середовищі ВНЗ
Критерій 1 – проектування та цілі ОП	Офіційний сайт ЗВО – опублікована стратегія розвитку університету та освітня програма
Критерій 2 – структура та зміст освітньої програми	Офіційний сайт ЗВО – опублікована затверджена поточна ОП, її освітні компоненти. Сайт кафедри – варіанти ОП за еволюцією їх розвитку. Обговорення змісту. Результати опитування. Навчальний план. Спеціальні електронні інструменти проведення опитування для вибору дисципліни. Вітрина силабусів. Презентації вибіркового дисциплін.
Критерій 3 – доступ до освітньої програми та визнання результатів навчання	Офіційний сайт ЗВО – правила прийому, освітня програма, освітні компоненти. Для здобувачів – індивідуальний план, результати навчання. Нормативні документи визнання результатів навчання, неформальної та інформальної освіти
Критерій 4 – навчання і викладання за освітньою програмою	Система управління навчанням з кабінетами викладача та студента, підтримкою дистанційного та змішаного навчання за допомогою репозиторіїв, навігаторів дисципліни, електронного деканату, комунікаційних інструментів студент-викладач-деканат, CV, “Сертифікати” – відповідність ліцензійним вимогам до рівня якості кваліфікації викладацького складу, ЄДЕБО



Продовження таблиці 5.2

<p>Критерій 5 – контрольні заходи, оцінювання здобувачів вищої освіти та академічна добросовісність</p>	<p>Система управління навчанням з кабінетами викладача та студента, підтримкою дистанційного та змішаного навчання за допомогою репозиторіїв, навігаторів дисципліни, електронного деканату, комунікаційних інструментів студент-викладач-деканат, програмні засоби перевірки оригінальності кваліфікаційних робіт здобувачів, нормативні документи щодо дотримання принципів добросовісності на офіційному сайті .</p>
<p>Критерій 6 – людські ресурси</p>	<p>CV, Сертифікати – відповідність ліцензійним вимогам рівню якості кваліфікації викладацького складу, ЄДЕБО</p>
<p>Критерій 7 – освітнє середовище та матеріальні ресурси</p>	<p>Інформація про матеріальну базу в звіті самооцінювання</p>
<p>Критерій 8 – внутрішнє забезпечення якості ОП</p>	<p>Сайт центру забезпечення якості освіти</p>
<p>Критерій 9 – прозорість та публічність</p>	<p>Офіційний сайт ЗВО – нормативні документи, публічна інформація</p>
<p>Критерій 10 – навчання через дослідження</p>	<p>Репозиторій, сайти конференцій ВНТУ, сайти наукових журналів. Публікації викладачів та студентів.</p>

Зовнішній вплив на зміст, внесення змін в освітню програму мають стейкхолдери – здобувачі, роботодавці, викладачі, а також НАЗЯВО та МОН.

Якість структури та змісту освітньої програми, можливість формування індивідуальної освітньої траєкторії забезпечується електронними формами для обговорення, відгуків та пропозицій, фіксації результатів засідань робочих груп та семінарів, запровадження досвіду інших ЗВО. Визначення дисциплін вибіркової частини реалізується завдяки формам опитування та пропозицій кафедр щодо предметів на вибір.

Наявність нормативних документів на сайтах університету дозволяє чітко визначити процедури визнання результатів навчання за формальною, неформальною, інформальною формами освіти. Структура та зміст освітньої програми відповідає стандарту спеціальності, враховує сучасні тенденції ринку, регіональний контекст і може змінюватись відповідно до пропозицій стейкхолдерів та ринкових змін.

Еволюція НП фіксується у спеціальних файлових контейнерах. Нормативні документи прийому здобувачів на освітню програму, реалізацію певної програми подано на офіційному сайті ЗВО і деталізовано на сайтах кафедр.

Завдяки запровадженню системи управління навчанням, легко здійснити моніторинг методичного забезпечення дисциплін освітньої програми, процедур вибору дисциплін, виконання індивідуальних планів студентами, результатів опитувань. Виконання контрольних заходів перевіряється деканатом завдяки зведеним відомостям результатів іспитів та заліків.

Для дотримання принципів академічної доброчесності використовуються спеціальні програмні засоби для перевірки кваліфікаційних робіт, опубліковані нормативні документи та проводяться спеціальні семінари, дискусії, обговорення із здобувачами вищої освіти.

Відповідність кваліфікації викладачів ліцензійним вимогам може бути перевірена за допомогою спеціального модуля CV, в який викладач заносить необхідну інформацію у визначений центром забезпечення якості освіти термін. Кожен з пунктів активності

підтверджується документом, який прикріплюється до CV або знаходиться за посиланням.

Аналогічно до CV працює система моніторингу результатів підвищення кваліфікації викладачів «Сертифікати». В системі є відповідний модуль аналітики, де можна отримати зведені результати активності викладачів за кафедрами. Інформація щодо дипломів, сертифікатів оновлюється в системі ЄДЕБО. Публікації викладачів та студентів подано в репозиторії університету, на сайтах конференцій та наукових журналів, що підтверджує використання наукових досліджень в навчальному процесі.

Отже, система управління освітніми програмами призначена для фіксації процесів еволюції освітньої програми відповідно до певних критеріїв. Модулі CV, «Сертифікати» забезпечують контроль щодо рівня кваліфікації викладацького складу. Модулі кабінетів студента та викладача, вітрина силабусів та форми для опитування забезпечують якісну реалізацію освітнього процесу в дистанційній та змішаній формах навчання

### 5.3 Модуль управління освітніми програмами

Модуль управління освітніми програмами являє собою веб-сторінку освітніх програм кафедри, яка подана у вигляді списку освітніх програм з визначенням гарантів, термінів акредитації, контейнерів документів. Контейнери документів організовані так, що у певні терміни в них завантажуються проєкти програм, результати обговорень та поточна освітня програма, яка реалізується. На рис. 5.7 зображено вікно системи управління освітніми програмами для Гаранта. Користувач в ролі Гаранта відповідає за документи, які завантажуються і подані в контейнерах ОП.

Адміністративну роль виконують працівники центру забезпечення якості освіти. Вони здійснюють моніторинг та контроль виконання всіх процедур для реалізації освітньої програми. На рисунку 5.8 подано вікно виконання процедур контролю та затвердження і зберігання без доступу до змін документів освітньої програми.



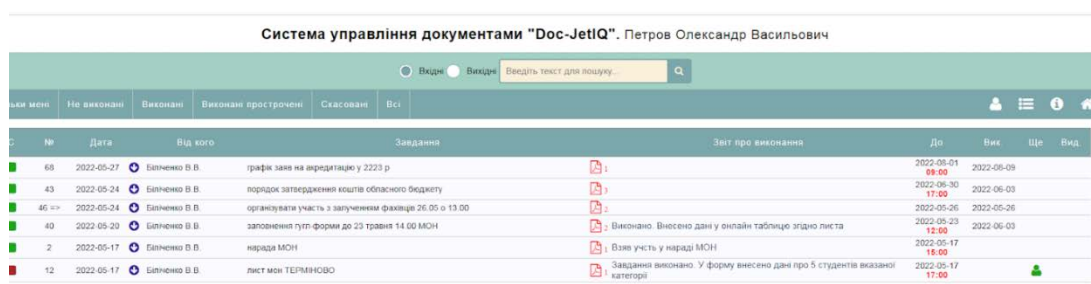
## 5.4 Система документообігу

Система управління документообігом реалізована за допомогою модулів розсилання повідомлень, "Doc-JetIQ", користування Google інструментами на базі корпоративної електронної пошти в середовищі Google WorkSpace for Education.

Система документообігу працює на принципах створення, призначення та контролю виконання доручень. Пілотний проєкт реалізовано на рівні вищої та середньої гілки керівництва – ректора, проректорів, деканів, служб ВНТУ і кафедр та деканату ФІТА.

Система Doc-JetIQ – є одним із модулів системи JetIQ. Створення, моніторинг та відмітки щодо виконання електронних доручень здійснюються через кабінет викладача (співробітника).

На рис. 5.9 подано загальний вигляд системи документообігу.



№	Дата	Від кого	Завдання	Звіт про виконання	До	Вик.	Ще	Вид.
66	2022-05-27	Біліченко В.В.	графік заяв на акредитацію у 2023 р		2022-06-01 09:00	2022-06-09		
43	2022-05-24	Біліченко В.В.	порядок затвердження коштів обласного бюджету		2022-06-30 17:00	2022-06-03		
46 =>	2022-05-24	Біліченко В.В.	організувати участь з залученням фахівців 26.05 о 13:00		2022-05-26	2022-05-26		
40	2022-05-20	Біліченко В.В.	заповнення гуп-форми до 23 травня 14:00 МОН	Виконано	Внесено дані у онлайн таблицю згідно листа	2022-05-23 12:00	2022-06-03	
2	2022-05-17	Біліченко В.В.	нарада МОН	Взяв участь у нараді МОН	2022-05-17 16:00			
12	2022-05-17	Біліченко В.В.	лист мюн ТЕРМІНОВО	Завдання виконано. У форму внесено дані про 5 студентів вказаної категорії	2022-05-17 17:00			

Рисунок 5.9 – Загальний вигляд системи документообігу «Doc-JetIQ»

Доручення вважається виконаним, коли воно закрито на першому рівні створення (тобто, той, хто створював доручення, відмічає його повне виконання або інші статуси – не виконано, відтерміновано, відмінено тощо).

В кабінеті системи JetIQ виконавець отримує повідомлення щодо сформованого доручення шляхом повідомлення в месенджері, листа в корпоративній пошті, повідомлення на мобільний телефон в застосунку JetIQ. Виконавець або безпосередньо виконує завдання, або може підключити до виконання своїх підлеглих та необхідні служби. Разом із завданням виконавець отримує документ, на якому базується доручення.

Контроль за виконанням доручень здійснюють особи, які їх створили, або ті особи, які делегували одержане доручення іншим виконавцям на своєму рівні.

В системі Doc-JetIQ відбувається автоматичний контроль дати видачі доручення і терміну його виконання. Залежно від цього система формує такі статуси:

- білий – на виконанні (термін виконання не завершився),
- жовтий – попередження, що залишилось 2 дні до призначеної дати виконання,
- зелений – виконано (підтверджено особою, яка надала або передоручила доручення),
- червоний – не виконано (термін виконання сплив і виконання не підтверджено),
- сірий – скасовано доручення.

Доручення може бути створено також керівництвом університету на всіх рівнях – від Ректора до зав. відділом (кафедрою) в межах його повноважень з визначенням завдань, термінів виконання та виконавців. Окремі доручення формуються на основі рішень Вченої та Методичної рад і контролюються Головою та Секретарем ради.

Ієрархія доручень та завдання відповідають посадовим інструкціям учасників, що виконують доручення.

На основі отриманого документу формується доручення, яке містить коротке завдання, термін його виконання, список виконавців, кожен з яких отримує своє завдання за ієрархією структури університету. Вид екрана створення доручення подано на рис. 5.10.

Система управління документами "Doc-JetIQ". Петров Олександр Васильович

Вхід  Вихід

**Створити нове доручення**

Зі списків:	== Виберіть список ==	<input type="button" value="Застосувати"/>
Знайти:	<input type="text" value="Введіть прізвище"/>	
Виконавці:	ще не вибрано жодної особи.	
Доручення:	<input type="text"/>	
Виконати до:	2023-01-19	<input type="button" value="..."/>
Терміново до:	<input type="button" value="..."/>	
Додати файл:	<input type="button" value="Виберіть файл"/> <input type="button" value="Файл не вибран"/>	

Рисунок 5.10 – Процес створення доручення документообігу «Doc-JetIQ»

Якщо виконання доручення потребує нових термінів виконання або/і деталізації за завданнями, долучення нових виконавців – воно може бути відредаговано відповідальною особою, яка створювала доручення на певній ланці ієрархії за згодою всіх відповідальних.

Повідомлення про створення електронного доручення, в якому бере участь викладач (співробітник), виконавець отримує в месенджері, в листах корпоративної електронної пошти, в мобільному застосунку.

Повідомлення за інформаційними документами «До відома» співробітники отримують в месенджері, в листах корпоративної електронної пошти, в мобільному застосунку.

За рекомендаціями учасників пілотного проєкту додано можливості формування різноманітних списків виконання. Розроблено та опубліковано інструкцію до використання в текстовому (рис. 5.11) та відео форматах.

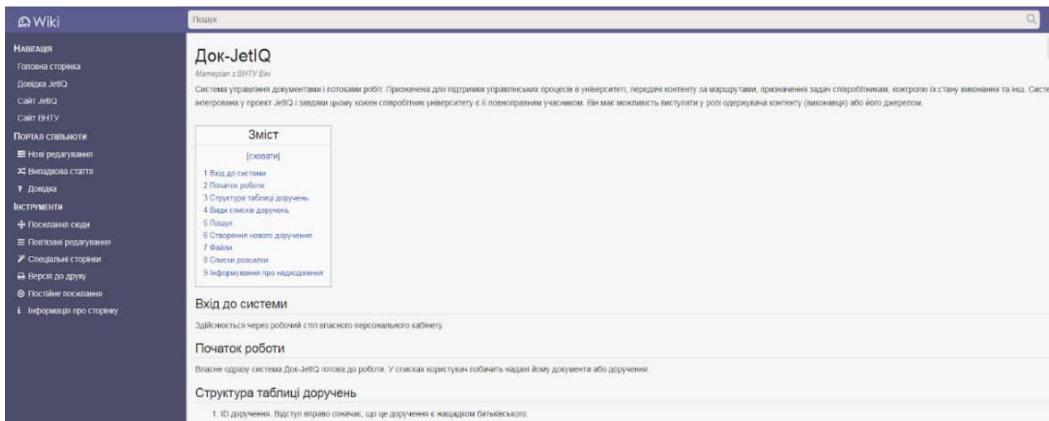


Рисунок 5.11 – Інструкція для роботи в системі документообігу «Doc-JetIQ»

За рішеннями Методичної та Вченої ради процеси створення електронних доручень контролюють Голови та Секретарі рад. До доручення прикріплюється документ «Рішення Вченої (Методичної) ради» та відповідні накази і розпорядження.

На рис. 5.12 подано вікно виконання доручення від центру забезпечення якості освіти гарантом.

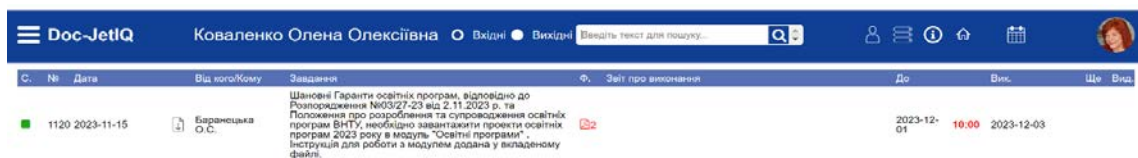


Рисунок 5.12 – Вигляд вікна надходження доручення та відмітки про виконання

Електронні доручення створюються також для підготовки питань, що розглядаються на Методичних та Вчених радах, спеціальних нарадах за певними питаннями.

Електронні доручення створюються відповідно до наказів та розпоряджень керівництва ВНТУ.

Електронні доручення створюються для контролю звітів за календарний або/і навчальний роки, окремих проєктів та завдань. В ситуаціях, коли доручення стає неактуальним, воно може бути відмінено відповідальною особою, яка створювала доручення.



## 5.5 Електронний відділ кадрів та модулі моніторингу професійної активності викладачів

Реалізацію програмних модулів для функціонування електронного відділу кадрів та модуля CV і «Сертифікат» виконано за принципами інформаційної екосистеми. Інформація, яка вноситься викладачем, а також інспектором відділу кадрів багаторазово використовується у кожному з цих модулів.

На рисунку 5.13 наведено вигляд вікна роботи з карткою працівника фахівцем відділу кадрів ВНТУ.

До переваг системи необхідно віднести її спеціалізацію та повну адаптацію до управлінських процесів університету. До недоліків потрібно віднести низький рівень запровадження принципів CRM системи та підготовки інформації для прийняття управлінських рішень. Клієнтом в такому випадку виступають співробітники університету (викладачі та працівники).

Спеціальною цільовою аудиторією для формування даних щодо викладацької активності є науково-педагогічний персонал. В умовах продовження контракту висувуються вимоги щодо використання спеціальних інструментів для моніторингу діяльності та формування переліку ліцензійних показників активності та результатів підвищення кваліфікації.

The screenshot displays a web interface for an employee profile. At the top, there is a navigation bar with buttons: Картки, Запити\_лп, Запити\_д, Запити\_НДЧ, Формуляр, Розпис, Довідники, and Вихід. Below the navigation bar is a search field for the employee's name and a 'Редагувати ПІБ' button. The main content area is divided into several sections, each with a '+ Додати' button:

- Посада(и):** Includes 'асистент інструційної сумісної' and 'доцент шкільний працівник'. There are 'Всі сторінки' and 'Відкрити' buttons.
- Науковий ступінь:** Includes 'кандидат технічних наук' with 'Диплом' and 'Спеціальність' fields.
- Вчене звання:** Includes 'доцент' with 'категорія' field.
- Дані про освіту:** Includes 'Відпустки'.
- Особисті дані:** Includes 'Науков. пред. стаж', 'Стаж в унів.', 'Дата вступу на посаду', 'Мед. довідка до...', 'Архітектура та проектування програмного забезпечення. Алгоритми і структури даних. Моделювання та аналіз ПЗ.', 'Закди прийшов', 'Почесні звання', 'Дата народження', 'Ідентифікаційний код', 'Паспорт', 'Ленінським РВ УМВС України у Волинській обл.', 'Тел. мобільний', 'Тел. домашній', 'Чол. Жін.', 'Володіє мовами: нім., англ.', 'Додати населений пункт', 'Адресу проживання'.

Рисунок 5.13 – Профіль співробітника ВНТУ

На рис. 5.14 подано вигляд вікна CV. Необхідно відмітити, що інформація щодо публікацій викладача вводиться автоматично з персонального репозиторію

**Показники професійної активності**  
Коваленко Олена Олексіївна  
Катедра Програмного забезпечення

Друкувати звіт Забезпечення, чистити/ін освітніх програм Повернутися

№	Звіт показує професійну активність за останні 5 років	Результати	Файли	Цикли/квартали	Забито	Статус	Завантаження звіт
1	Наявність не менше п'яти публікацій у періодичних наукових виданнях, що включені до переліку фахових видань України, до наукометричних баз, зокрема Scopus, Web of Science Core Collection	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Паламарчук С. А. Напрями розвитку засобів інтелектуальної освіти в електронних початкових системах [Текст] / С. А. Паламарчук, О. О. Коваленко, О. І. Черешнік // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2023. – № 3. – С. 100–105.</li> <li>2. Palamarchuk, Y., Zamkova, N., Nshytsky, R., Kovalenko, O. IT strategies for the development of higher educational institutions. International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies 2022-November, с. 270-273</li> <li>3. Чорна Л. О. Концепція розвитку бізнесоміста міста [Електронний ресурс] / Л. О. Чорна, М. Я. Вовчанський, О. О. Коваленко // Ефективна економіка. – 2022. – № 7. – Режим доступу: <a href="https://nauka.com.ua/index.php/ee/article/view/145">https://nauka.com.ua/index.php/ee/article/view/145</a>.</li> <li>4. Концепції сучасного університету на основі інструментів електронної екосистеми управління освітніми процесами JETIQ VNTU [Електронний ресурс] : наукова доповідь загальної зборки НАПН України «Науково-методичне забезпечення цифровізації освіти України: стан, проблеми, перспективи», 18 листопада 2022 р. / Р. Н. Качиний, С. А. Паламарчук, О. В. Бєсколю, О. О. Коваленко // Вісник Національної академії педагогічних наук України. – Електрон. текст. дан. – 2022. – Т. 4. № 2. – Режим доступу: <a href="https://vntu.ky.ua/index.php/journal/article/view/314">https://vntu.ky.ua/index.php/journal/article/view/314</a>.</li> <li>5. Додон О. Д., Коваленко О. О. Гейміфікація тайм менеджменту на прикладі соціального підприємницького проєкту. Електронний журнал "Державне управління: удосконалення та розвиток". 2022. - №7.</li> <li>6. Kovalenko, O., Palamarchuk, Y., Yatskovska, R. Assessing the level of maturity of the automated management system of a higher education institution. International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies, 2021, 2, p. 167–172</li> <li>7. Шляпак О. А. Модель цифрового менеджменту для підприємств</li> </ol>			2023-11-15	✓	2023-12-02

Рисунок 5.14 – Вигляд вікна показників професійної активності викладача

На рис. 5.15 подано вікно модуля Сертифікати. Аналогічно модулю CV інформація вводиться з персонального репозиторію.

Мій репозиторій. Коваленко Олена Олексіївна

Навчально-методичні 
  Наукові 
  Архіви 
  Сертифікати 
  CV 
 Колекція:

Результати підвищення кваліфікації з 2020-01-01 по 2025-01-01. Всього 10.8 кред. за 328 год.

Код	Відомості про підвищення кваліфікації	Год.	Кред.	Дата	Наказ	Статус
98990	International Historical Biographical Institute, (Dubai – New York – Rome – Jerusalem – Beijing, дистанційна навчання за освітньою програмою професійного розвитку, III Міжнародна програма підвищення кваліфікації керівників закладів освіти і науки, а також педагогічних та науково-педагогічних працівників "Нобелівський Курс: Нові Знання, Ідеї, Діяння, Цінності, Компетентності", з 03.12.2021 до 01.2022., Вітчизняний сертифікат №3432 від 20.01.2022., 2022-01-20 [ще 3 файли]	180	6	2022-01-20		✓
85464	SoftServe, дистанційна, участь у проєкті, навчальний курс «TEAM SUMMER FOR TEACHERS», 22 червня - 16 липня 2021.,	10	0,3	2021-07-16		✓
85465	NAQA, дистанційна, участь у тренінгу, Тренінг для керівників експертних груп, 10.07.2021-13.07.2021., 0530/2021(188), 2021-07-13	30	1	2021-07-13		✓
82254	IT Ukraine Association, очна, навчання за освітньою програмою професійного розвитку, Teacher's Internship program held by EPAM Systems, 01.06.2020-31.08.2020., Kyiv, Ukraine, № 293, 2020-08-31	108	3,5	2020-08-31		✓
82255	NAQA, дистанційна, участь у тренінгу, Експерт з акредитації освітніх програм, 01.09.2020-28.09.2020., Сертифікат від 28.09.2020	30	1	2019-09-28		✓

Рисунок 5.15 – Вигляд вікна «Сертифікати»

Отже, реалізація управлінських модулів інформаційної екосистеми JetIQ VNTU дозволяє автоматизувати процеси управління персоналом, підготовки управлінських рішень щодо продовження контрактів, призначення на посаду, здійснення контролю щодо відповідності ліцензійним вимогам для реалізації освітніх програм.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ДО РОЗДІЛУ 5

1. Quality management principles URL: <https://www.iso.org/iso-9001-quality-management.html>

2. Kobets V., Liubchenko V., Popovych I. and Koval S. Institutional Aspects of Integrated Quality Assurance of Engineering Study Programs at HEI Using ICT. In: Ivanov V., Trojanowska J., Pavlenko I., Zajac, J., Peraković, D. (eds) *Advances in Design, Simulation and Manufacturing IV. DSMIE 2021. Lecture Notes in Mechanical Engineering*. Springer, Cham. DOI:10.1007/978-3-030-77719-7\_30.

3. Kaplan J. Swapping Learning Management Systems: Self-Regulated Learning, Program Completion and Academic Achievement. *Learn. Technol. Educ. Challenges. LTEC. Commun. Comput. Inf. Science, vol . Springer, Cham., v. 1428, 2021*. DOI:10.1007/978-3-030-81350-5\_6

4. Автоматизована система управління вищим навчальним закладом третього та четвертого рівня акредитації. URL: <https://www.unitek.com.ua/products/commercial-software/automated-system-for-higher-education-institution/>

5. АСУ ВНЗ АІСТ. URL: <https://www.khadi.kharkov.ua/education/ioc/pidrozdili/#c812>

6. Положення про акредитацію освітніх програм, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0880-19#Text>

7. Best University Management Software for Higher Education in 2023. URL: <https://clickup.com/blog/university-management-software/>

8. Palamarchuk Y. and Kovalenko O. The electronic system for the management of university educational programs. *ITLT*, vol. 99, no. 1, pp. 165–178, Feb. 2024, DOI: 10.33407/itlt.v99i1.5474.

9. JetIQ VNTU. Система управління освітнім процесом, підтримки методичної, наукової та управлінської діяльності Вінницького національного технічного університету. URL: <https://jetiq.vntu.edu.ua/>

## ПІСЛЯМОВА

Представлені результати досліджень є узагальненням багаторічної праці команди дослідників та розробників системи управління освітнім процесом та підтримки методичної, наукової та управлінської діяльності JetIQ VNTU, інформаційного середовища «Електронний університет». Запроваджена система використовується всіма факультетами, службами та підрозділами Вінницького національного технічного університету. Запропоновані концепції, теорії, моделі та алгоритми можуть бути використані для формування електронного середовища навчання та управління в інших навчальних закладах, а також для обміну інформаційними ресурсами, генерування нових знань та проєктів в електронному середовищі для дослідників, викладачів та здобувачів освіти вітчизняних і закордонних закладів освіти. JetIQ VNTU є науково-дослідним майданчиком для розвитку концепції сучасного електронного університету та її реалізації.

Запрошуємо до співпраці колег за напрямом досліджень!

*Наукове електронне видання*

**Паламарчук Євген Анатолійович**

**Коваленко Олена Олексіївна**

**Бісікало Олег Володимирович**

**Інформаційна екосистема «Електронний університет».**

**Методологія, дослідження, впровадження, результати**

**Монографія**

Рукопис оформив *Є. Паламарчук*

Редактор *Т. Старічек*

Оригінал-макет виготовлено у *PBB ВНТУ*

Підписано до видання 18.10.2024 р.

Гарнітура Times New Roman.

Зам № P2024-157.

Видавець та виготовлювач  
Вінницький національний технічний університет,  
Редакційно-видавничий відділ.

Хмельницьке шосе, 95, ВНТУ, ГНК, к. 114,  
м. Вінниця, 21021.

**press.vntu.edu.ua;**

*email: rvv.vntu@gmail.com.*

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.