



DOI 10.28925/2663-4023.2023.21.121135

УДК 519.876.5:004.9]:378.4

**Шестак Ярослав Іванович**

старший викладач кафедри інженерії програмного забезпечення та кібербезпеки

Державний торговельно-економічний університет, м. Київ, Україна

ORCID ID: 0000-0002-5102-9642

shestack@knute.edu.ua

**Чубаєвський Віталій Іванович**

доктор економічних наук, доцент, доцент кафедри інженерії програмного забезпечення та кібербезпеки

Державний торговельно-економічний університет, м. Київ, Україна

ORCID ID: 0000-0001-8078-2652

chubaievskiy\_vi@knute.edu.ua

**МОДЕЛЮВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ЗВО**

**Анотація.** У даній публікації досліджується проблема моделювання інформаційної інфраструктури ЗВО. Відзначається, що інформаційна інфраструктура включає в себе людей, процеси, процедури, інструменти, технології, а також організаційні структури і механізми, необхідні для підтримки функціонування і розвитку суб'єкта господарювання. Інформаційна інфраструктура має відповідні компоненти, кожен з яких має свої характеристики і є певна залежність між інформаційною інфраструктурою суб'єкта господарської діяльності, як функції від її структурних компонентів. Розроблено модель організації електронних комунікаційних мереж в межах визначеного ЗВО та пов'язане з засобами е-комунікацій загального призначення у вигляді кортежу складових структурних компонент, де задіяні структура електронних комунікаційних мереж в межах визначеного ЗВО та пов'язане з засобами е-комунікацій загального призначення, множина об'єктів електронних комунікаційних мереж, які змінюють свій стан в результаті множини певних операцій та користувачів. Показано, що інформаційна інфраструктура ЗВО у вигляді неорієнтованого графа розглядає низку невизначеностей та запропоновано ввести таку структурну компоненту ІС ЗВО, як інтелектуальна система (Інс), яка буде поєднуватись на основі нейромережових алгоритмів та визначених структурних компонентів. Відповідно, інформаційна інфраструктура закладу вищої освіти з інтелектуальною компонентою - це комплексна сукупність інформаційних систем ЗВО/автоматизованих спеціалізованих систем та всіх інформаційних ресурсів, що керуються нейромережевими алгоритмами та направлені на гармонізацію освітнього процесу та освітньої діяльності.

**Ключові слова:** інформаційна інфраструктура, структурні компоненти інформаційної інфраструктури ЗВО, модель, кортеж складових, неорієнтований граф, інтелектуальна компонента, нейромережвий алгоритм, Ейлеровий ланцюг, Гамільтоновий ланцюг

**ВСТУП**

Сучасний стан розвитку закладів освіти приймає нові виклики від суспільства. Освітній процес в ЗВО має бути сучасним на інформаційно-технічному рівні, злагодженим та автоматизованим. Управління освінім процесом вимагає як управління інформаційними потоками на всіх рівнях ЗВО, так і розкриття потенціалу всіх учасників освітнього процесу. Зазвичай в ЗВО окремі існують інформаційні системи, автоматизовані системи, різноманітні електронні комунікаційних мереж, механізми управління багатьма базами даних, що опрацьовують інформацію на всіх етапах її руху. Окрема увага також приділяється захисту інформаційних ресурсів від негативних впливів ззовні. Всі перелічені моменти «інформаційного життя» ЗВО необхідно



об'єднати в єдиний злогодженопрацюючий керований механізм - інформаційну інфраструктуру

**Постановка проблеми.** Зважаючи на те, що інформаційна інфраструктура включає в себе виконавців-користувачів, бізнес-процеси, процедури, інструменти, технології, а також організаційні структури і механізми, необхідні для підтримки функціонування і розвитку суб'єкта господарювання необхідно приділити увагу інформаційній інфраструктурі закладу вищої освіти. Відповідно інформаційну інфраструктуру можна розглядати, як стандартизований і гетерогенний комплекс ресурсів, який займається всіма етапами роботи з інформацією, наявність надійного програмного забезпечення, виробництво обчислювальної техніки, організаційні системи збереження і використання інформації.

**Актуальність дослідження** полягає в тому, що поняття інформаційна інфраструктура не розглядалась як в прикладному аспекті до закладів вищої освіти. Відповідно виникає питання щодо проєктування та моделювання інформаційної інфраструктури ЗВО та деталізації компонентів інформаційної інфраструктури ЗВО (інформаційні системи ЗВО, системи комунікацій, системи керування освітнім процесом та ін.).

**Мета статті.** Метою дослідження є визначення складових інформаційної інтелектуальної системи ЗВО на основі згенерованих знань про інформаційну інтелектуальну систему суб'єкта господарської діяльності.

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Аналізуючи нормативно-правову базу України, наукові праці вчених можна виокремити наступні визначення інформаційної інфраструктури:

1. Сукупність різноманітних інформаційних (автоматизованих) систем, інформаційних ресурсів, телекомунікаційних мереж і каналів передачі даних, засобів комунікацій і управління інформаційними потоками, а також організаційно-технічних структур, механізмів, що забезпечують їх функціонування [1].
2. Технологічний фундамент, на якому побудовані процеси формування та забезпечення належного функціонування інформаційного суспільства [2].
3. Сукупність людей, процесів, процедур, інструментів, засобів і технологій, яка підтримує створення, використання, передавання, зберігання і знищення інформації [3].
4. Сукупність територіально розподілених інформаційних та інформаційно-телекомунікаційних систем, телекомунікаційних мереж, мереж поштового зв'язку, організаційних структур, нормативно-правових механізмів, що забезпечують її ефективне функціонування та управління нею [4].
5. Розподілена, еволюційна, відкрита, стандартизована і гетерогенна конструйована база [5].
6. Сукупність чинників, а саме: надання інформаційних послуг; наявність надійного програмного забезпечення; виробництво обчислювальної техніки [6].
7. Сукупність програмно-технічних засобів, інформаційних комунікацій, інших механізмів управління інформаційними ресурсами, напрацьованих суспільною практикою, організаційних систем збереження і використання наявних обсягів інформації, а також інститутів продукування нової інформації в інтересах суспільного розвитку, засобів нормативного забезпечення інформаційної

діяльності, захисту вітчизняних інформаційних ресурсів від усіх видів загроз та негативних впливів [7].

Агрегуючи вище зазначені визначення можна сформулювати поняття інформаційної інфраструктури суб'єкта господарської діяльності наступним чином:

*Інформаційна інфраструктура суб'єкта господарської діяльності* – це комплексна сукупність різноманітних інформаційних систем та/або автоматизованих систем, інформаційних ресурсів, електронних комунікаційних мереж, засобів комунікації, механізмів управління і нормативно-правових баз, що забезпечують створення, зберігання, передавання, обробку і використання інформації, а також захист інформаційних ресурсів від загроз і негативних впливів на суб'єкти господарської діяльності.

Також потрібно відзначити, що інформаційна інфраструктура включає в себе людей, процеси, процедури, інструменти, технології, а також організаційні структури і механізми, необхідні для підтримки функціонування і розвитку суб'єкта господарювання.

Інформаційна інфраструктура може бути розподіленим, еволюційним, відкритим, стандартизованим і гетерогенним набором ресурсів, який включає постачання інформаційних послуг, наявність надійного програмного забезпечення, виробництво обчислювальної техніки, організаційні системи збереження і використання інформації.

Складові інформаційної інфраструктури суб'єкта господарської діяльності матимуть певний перелік компонентів (Таб.1)

Таблиця 1

### Компоненти інформаційної інфраструктури суб'єкта господарської діяльності

Умовне позначення	Складова інформаційної інфраструктури (ІІ)	Характеристика структурних компонентів інформаційної інфраструктури суб'єкта господарської діяльності
• K1	Інформаційні системи (ІС)/автоматизовані системи (АС)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ інформаційна (автоматизована) система - організаційно-технічна система, в якій реалізується технологія обробки інформації з використанням технічних і програмних засобів [8];</li> <li>▪ інформаційно-комунікаційна система - сукупність інформаційних та електронних комунікаційних систем, які у процесі обробки інформації діють як єдине ціле [8];</li> <li>▪ автоматизована інформаційна система - інформаційна система, що містить інформаційні, лінгвістичні, організаційно-технологічні засоби й призначена для автоматизованого чи автоматичного здійснення інформаційної діяльності [9].</li> </ul>
K2	Інформаційні ресурси (ІР)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ систематизовані зібрання документів, їх масивів в інформаційних системах, зафіксованих на паперових, електронних чи інших носіях інформації і призначені для забезпечення інформаційних потреб користувачів інформації у визначеній сфері діяльності [10].</li> <li>▪ інформація, представлена у формі для зберігання, накопичення, оброблення та використання на суб'єктах господарювання [11].</li> <li>▪ вихідні дані для формування нових знань, які можна інтерпретувати і людиною, і комп'ютерними програмами [11].</li> </ul>
K3	Електронні комунікаційні мережі (ЕКМ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ комплекс технічних засобів електронних комунікацій та споруд, призначених для надання електронних комунікаційних послуг [12]: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ ЕКМ загального користування - ЕКМ, доступ до якої відкритий для всіх кінцевих користувачів послуг [12];</li> </ul> </li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ глобальна ЕКМ призначена для передачі даних та складається з фізично та логічно взаємоз'єднаних окремих електронних комунікаційних мереж, взаємодія яких базується на використанні єдиного адресного простору та на використанні інтернет-протоколів, визначених міжнародними стандартами - мережі Інтернет [12].</li> </ul>
K4	Засоби комунікації (ЗК)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ обладнання, програмне забезпечення, станційні та лінійні споруди, призначені для організації електронних комунікаційних мереж [12].</li> </ul>
K5	Механізми управління (МУ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ алгоритм дій, методів та способів, які впливають на об'єкт та призводять до взаємоузгодженої, ефективної роботи всієї системи [13].</li> <li>▪ інструмент, система за допомогою якої відбувається генерація управлінських явищ та процесів [13].</li> <li>▪ методи, форми, інструменти, принципи, об'єкти управління, вплив на які здійснюється з метою досягнення визначених раніше задач та поставлених цілей [13].</li> </ul>
K6	Нормативно-правові бази (НПБ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ обґрунтування, діяльності суб'єкта господарської діяльності, будь якої форми власності, масштабу та сфери діяльності</li> <li>▪ юридичний засіб досягнення ефективності механізмів управління</li> </ul>
K7	Системи та механізми захисту інформаційних ресурсів (СМЗІР)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ множина методів і засобів, що забезпечують цілісність, конфіденційність інформаційних ресурсів.</li> <li>▪ комплексу заходів для забезпечення кібернетичної (інформаційної) безпеки суб'єкта господарської діяльності</li> <li>▪ множина методів і засобів, що спрямовані на попередження порушення конфіденційності та доступності ІР, їх цілісності, а також її несанкціонованої модифікації.</li> </ul>

Інформаційну інфраструктуру суб'єкта господарської діяльності можна представити як функцію що залежить від її структурних компонентів.

$$ІС = f_1(K1, K2...K7) \quad (1)$$

де,

ІС - інформаційна інфраструктура суб'єкта господарської діяльності  
K1 – ІС/АС, K2– ІР, K3– ЕКМ, K4 – ЗК, K5 – МУ, K6– НПБ, K7- СМЗІР

Визначимо  $f_1(K1, K2...K7)$  як суму вище наведених компонентів.

$$f_1(K1, K2...K7) = \sum_{i=1}^7 K_i \quad (2)$$

Графічно модель інформаційної інфраструктури можна подати у вигляді неорієнтованого графа G1 (Рис.1)

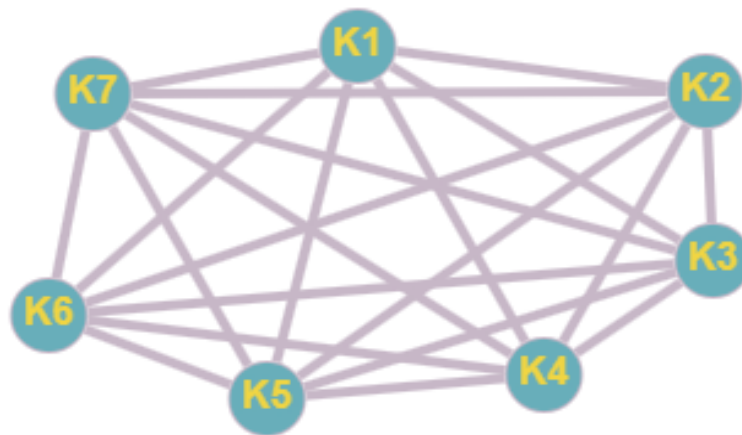


Рис. 1. Інформаційна інфраструктура в вигляді неорієнтованого графа  $G1$

1. Граф  $G1 = \langle V_1, E_1 \rangle$ , де  $G1$  неорієнтований граф, що, складається з двох множин:  $V1$  –множина вершин, або об'єктів,  $E1$ - множина ребер, або пар об'єктів з  $V1$ . Позначимо вершини  $K_n$  - номер вершини;  $n \in [1; 7]$ .
2. Кількість вершин рівна кількості структурних компонентів (які є рівнозначні) згідно з визначенням інформаційної інфраструктури суб'єкта господарської діяльності, а саме сім.
3. З кожної вершини виходить шість ребер, що відповідно поєднуються з кожною з шести інших вершин. Вага мінімального остовного дерева рівна шести. Загальна кількість шляхів між двома будь-якими вершинами рівна 326.
4. Відстань між будь якою з вершин до будь якої іншої з вершин рівна одиниці. Степінь кожної з вершин рівна шість. Максимальний потік між двома вершинами рівний шести. Всі вершини є периферійними. Радіус та діаметр графа рівний одиниці.
5. Ейлеровий цикл  
 $K1 \Rightarrow K6 \Rightarrow K5 \Rightarrow K7 \Rightarrow K6 \Rightarrow K3 \Rightarrow K4 \Rightarrow K5 \Rightarrow K3 \Rightarrow K7 \Rightarrow K4 \Rightarrow K6 \Rightarrow K2 \Rightarrow K7 \Rightarrow K1 \Rightarrow K4 \Rightarrow K2 \Rightarrow K5 \Rightarrow K1 \Rightarrow K2 \Rightarrow K3 \Rightarrow K1$
6. Ейлеровий ланцюг:  
 $K1 \Rightarrow K6 \Rightarrow K5 \Rightarrow K7 \Rightarrow K6 \Rightarrow K3 \Rightarrow K4 \Rightarrow K5 \Rightarrow K3 \Rightarrow K7 \Rightarrow K4 \Rightarrow K6 \Rightarrow K2 \Rightarrow K7 \Rightarrow K1 \Rightarrow K4 \Rightarrow K2 \Rightarrow K5 \Rightarrow K1 \Rightarrow K2 \Rightarrow K3 \Rightarrow K1$
7. Гамільтоновий цикл:  $K1 \Rightarrow K2 \Rightarrow K3 \Rightarrow K4 \Rightarrow K5 \Rightarrow K6 \Rightarrow K7 \Rightarrow K1$
8. Гамільтоновий ланцюг:  $K1 \Rightarrow K2 \Rightarrow K3 \Rightarrow K4 \Rightarrow K5 \Rightarrow K6 \Rightarrow K7$

Виходячи з вище запропонованого визначення інформаційної інфраструктури відзначимо, що воно в загальному відповідає будь-якому суб'єкту господарювання. Але при проєктуванні та моделюванні інформаційної інфраструктури суб'єкта господарської діяльності як галузі економіки, потрібно враховувати його специфіку. Відповідно, кількість структурних компонентів може змінюватися.

Проведемо аналіз можливостей проєктування та моделювання інформаційної інфраструктури суб'єкта господарювання надавача освітніх послуг як галузі економіки, а саме закладів вищої освіти (ЗВО).

Враховуючи специфіку галузі економіки в сфері освіти та тематику даного дослідження, було проведено аналіз нормативно-правової бази [1, 2, 8, 12-18] та наукових праць [19-25] з метою формування поняття «інформаційна інфраструктура закладу вищої освіти» та принципів проектування і моделювання інформаційної інфраструктури ЗВО.

На основі проведеного аналізу відзначимо:

– в вище зазначеній нормативно-правовій базі не визначено поняття «інформаційна інфраструктура ЗВО»

– в працях вчених відсутній єдиний підхід до питання проектування та моделювання інформаційної інфраструктури ЗВО, не визначено саме поняття «інформаційна інфраструктура ЗВО», але було розглянуто детально деякі компоненти інформаційної інфраструктури ЗВО (інформаційні системи ЗВО, системи комунікацій, системи керування освітнім процесом та ін.).

Визначимо та опишемо складові ІС ЗВО на основі згенерованого нами загального визначення ІС СГД та за даними таб. 1 (див. таб.2)

Таблиця 2

**Складові інформаційної інфраструктури закладу вищої освіти**

Складова ІС СГД	Складова ІС ЗВО	Умовне позначення	Характеристика структурних компонентів ІС ЗВО	Складові структурних компонентів ІС ЗВО
Інформаційні системи (ІС)/ Автоматизовані системи (АС)	Інформаційні системи ЗВО (ІС ЗВО)/ Автоматизовані системи ЗВО (АС ЗВО)/	СК1	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ІС ЗВО - це організаційно-технічна система забезпечення життєдіяльності ЗВО, за допомогою якої реалізується технологія обробки інформації з використанням технічних і програмних засобів</li> <li>▪ АС ЗВО - інформаційні, організаційно-технологічні засоби автоматизованого чи автоматичного здійснення інформаційної діяльності ЗВО.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ автоматизовані навчальні системи ЗВО (АНС ЗВО) - узгоджена сукупність навчальних матеріалів, засобів їх розробки, зберігання, передачі і доступу до них, призначена для цілей навчання і заснована на використанні сучасних інформаційних технологій [30].</li> <li>▪ АС забезпечення бухгалтерського обліку (АС БО)</li> <li>▪ АС обліку кадрів (АС ОК)</li> <li>▪ АС бібліотеки (АС Б)</li> <li>▪ АС обліку здобувачів вищої освіти (АС ЗдВО)</li> <li>▪ АС керування освітнім процесом (АС КОП)</li> <li>▪ АС е-діловодства (АС е-Д)</li> <li>▪ тощо</li> </ul>



Інформаційні ресурси (ІР)	Інформаційні освітні ресурси ЗВО (ІОР ЗВО)	СК2	Множина технічних засобів та компетентність усіх учасників освітнього процесу в рішенні пізнавальних навчальних і професійних завдань за допомогою інформаційно-комунікативних технологій (ІКТ) [25].	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ комунікаційні канали (КмК)</li> <li>▪ бази даних (БД)</li> <li>▪ інформаційне та мультимедійне обладнання (ІМО)</li> <li>▪ програмні продукти (ПП)</li> <li>▪ користувачі – учасники освітньої/діяльності (К)</li> <li>▪ хмарні обчислення (ХМО)</li> <li>▪ тощо</li> </ul>
Електронні комунікаційні мережі (ЕКМ)	Електронні комунікаційні мережі ЗВО (ЕКМ ЗВО)	СК3	Комплекс технічних засобів електронних комунікацій, призначених для безперервної роботи основних електронних засобів навчання та освіти	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ЕКМ ЗВО локального користування (ЕКМ ЗВО ЛК) - ЕКМ, доступ до якої відкритий для всіх кінцевих користувачів послуг визначеного ЗВО .</li> <li>▪ глобальні ЕКМ (Г ЕКМ) - призначені для учасників освітнього процесу та освітньої діяльності на основі використання інтернет-протоколів, визначених міжнародними стандартами - мережі Інтернет.</li> </ul>
Засоби комунікації (ЗК)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Засоби е-комунікації ЗВО (ЗК ЗВО)</li> </ul>	СК4	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ обладнання, програмне забезпечення, що призначене для організації електронних комунікаційних мереж в межах визначеного ЗВО та пов'язане з засобами е-комунікацій загального призначення</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ інформаційне та мультимедійне обладнання (ІтаМ Об)</li> <li>▪ мережне програмне забезпечення (М ПЗ)</li> <li>▪ програмне забезпечення розподілу ресурсів ЗВО (ПЗ РР ЗВО)</li> </ul>
Механізми управління (МУ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Механізми управління ЗВО (МУ ЗВО)</li> </ul>	СК5	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Методи, форми, інструменти, які впливають на ЗВО з метою досягнення визначених задач та поставлених цілей менеджментом ЗВО.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ методи (безпосереднього та непрямого впливу)</li> <li>▪ форми (довірчо-партнерських засадах, людиноцентризму, е-управління, на засадах е-демократії, управління на засадах е-інтеракції)</li> <li>▪ інструменти (ієрархія, стандарти вищої освіти, стратегія розвитку ЗВО, СУЯВО (системи управління якістю вищої освіти), нормативно-правові документи, тощо.)</li> </ul>
Нормативно-правові бази та документи (НПБ та Д)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Нормативно-правові бази ЗВО (НПБ та Д ЗВО)</li> </ul>	СК6	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Комплекс законів, актів, положень та нормативно-правових документів ЗВО, що регулюють освітню діяльність та освітній процес ЗВО.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Загальнодержавні (ЗД НПБ та Д)</li> <li>▪ правові документи внутрішнього використання ЗВО (ПД ВК)</li> </ul>
Системи та механізми захисту інформаційних	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Системи та механізми захисту інформаційних</li> </ul>	СК7	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Сукупність методів і засобів, які спрямовані на захист цілісності, конфіденційності та</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ методи і засоби технічного захисту (ТЗ)</li> <li>▪ методи і засоби програмного захисту (ПрЗ)</li> </ul>



ресурсів (СМЗІР)	ресурсів (СМЗІР ЗВО)		доступності інформаційних ресурсів інфраструктури ЗВО	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ методи і засоби фізичного захисту (ФЗ)</li> <li>▪ методи і засоби економічного захисту (ЕЗ)</li> <li>▪ організаційні методи та засоби захисту (ОргЗ)</li> <li>▪ тощо</li> </ul>
------------------	----------------------	--	---	--

Інформаційну інфраструктуру закладу вищої освіти можна представити як функцію що залежить від її структурних компонентів та їх складових.

$$ІСЗВО = f_2(СК1, СК2...СК7) \quad (3)$$

де,

ІСЗВО - інформаційна інфраструктура закладу вищої освіти. СК1- ІС ЗВО / АС ЗВО, СК2-ІОР ЗВО, СК3-ЕКМ ЗВО, СК4-ЗК ЗВО, СК5-МУ ЗВО, СК6-НПБ ЗВО, СК7-СМЗІР ЗВО.

Визначимо параметр СК1 як функцію, що залежить від складових СК1 – сукупності автоматизованих навчальних систем та автоматизованих систем  $СК1 = f_{21}(c_{11}, c_{12}...c_{1a})$ , де  $c_{11}$  - АНС ЗВО,  $c_{12}$  - АС БО,  $c_{13}$  - АС ОК,  $c_{14}$  - АС Б,  $c_{15}$  - АС ЗДО,  $c_{16}$  - АС КОП,  $c_{17}$  - АС е-Д,  $c_{1a} \geq 7$  - скінченне ціле число, яке визначається специфікою ІС ЗВО

Визначимо параметр СК2 як функцію, що залежить від складових СК2 – сукупності технічних засобів та компетентність усіх учасників освітнього процесу  $СК2 = f_{22}(c_{21}, c_{22}...c_{2b})$ , де  $c_{21}$  - КмК,  $c_{22}$  - БД,  $c_{23}$  - ІМО,  $c_{24}$  - ПП,  $c_{25}$  - К,  $c_{26}$  - ХМО,  $c_{2b} \geq 6$  - скінченне ціле число, яке визначається специфікою ІС ЗВО

Визначимо параметр СК3 як функцію, що залежить від складових СК3 – сукупності технічних засобів електронних комунікацій, призначених для безперервної роботи основних електронних засобів навчання та освіти  $СК3 = f_{23}(c_{31}, c_{32})$ , де  $c_{31}$  - ЕКМ ЗВО ЛК,  $c_{32}$  - Г ЕКМ

Представимо модель організації електронних комунікаційних мереж в межах визначеного ЗВО та пов'язане з засобами е-комунікацій загального призначення у вигляді кортежу  $СК4(U, P, O) = S$ , де  $S$  – структура електронних комунікаційних мереж в межах визначеного ЗВО та пов'язане з засобами е-комунікацій загального призначення,  $U$  – множина об'єктів електронних комунікаційних мереж, які змінюють свій стан в результаті множини операцій  $O$ , користувачами  $P$ .

Далі визначимо параметри СК5 та СК6 - механізми управління ЗВО (МУ ЗВО) та нормативно-правові бази ЗВО (НПБ та Д ЗВО). Алгоритм роботи СК5 ( $E$ ) залежить від типу впливів – внутрішніх ( $EE$ ) та зовнішніх ( $IE$ ). Тоді  $E = EE \cup IE$ .

Зовнішні впливи  $IE = \{e_w | w = 1, \overline{W_e}\}$  включають розпорядження міністерств, нові закони та стандарти (зокрема, у галузі освіти), замовлення від сторонніх організацій на підготовку фахівців та інші впливи, що існують ззовні. Внутрішні впливи  $EE = \{e_w | w = 1, \overline{W_i}\}$  формуються з урахуванням зовнішніх чи самостійно всередині ЗВО. Вплив спрямовано на отримання конкретного результату – документа, наприклад, ООП



чи РНП, або деякої їх множини, які задовольняють умовам, поставленим впливом, що у загальному вигляді можна наступним чином  $e_w = (U^*, P^*, O^*, T^*)$ , де  $U^*, P^*, O^*, T^*$  – безліч документів ЗВО, користувачів електронних комунікаційних мереж ЗВО, операцій та тимчасових обмежень, заданих впливом  $e_w$  відповідно.

Далі визичимо параметр  $CK7$  - системи та механізми захисту інформаційних ресурсів (СМЗІР в ЗВО). Формальна математична постановка задачі оптимізації схеми розмежування доступу в СЗІ ЗВО може бути побудована на основі наступних змінних: об'єкти доступу –  $AO = \{ao_i\}, i = \overline{1, I}$ ; суб'єкти доступу –  $SA = \{sa_j\}, j = \overline{1, J}$ ; комунікаційні вузли (КУ) –  $CN = \{cn_k\}, k = \overline{1, K}$ ; механізм який дозволяє підтримувати метрики безпеки доступу до засоби е-комунікації ЗВО на заданому рівні –  $AM^0 = \{am_{i,j}^0\}, i = \overline{1, I}, j = \overline{1, J}$ .

Отже, запропонуємо визначення інформаційної інфраструктури ЗВО, враховуючи визначення інформаційної інфраструктури, специфіку галузі економіки освіти, проаналізовані в таблиці 2 структурні компоненти ІС ЗВО та їх складові:

*Інформаційна інфраструктура закладу вищої освіти* - це комплексна сукупність інформаційних систем ЗВО/автоматизованих спеціалізованих систем, інформаційних освітніх ресурсів, електронних комунікаційних мереж та засобів е-комунікації, механізмів управління ЗВО, засобів інформаційного та кіберзахисту, нормативно-правової бази, що направлені на гармонізацію освітнього процесу та освітньої діяльності закладу вищої освіти.

Враховуючи автономію ЗВО та цифровізацію освіти, кількість та змістовність структурних компонентів може бути адаптовано під потреби конкретного ЗВО.

Графічно модель інформаційної інфраструктури закладу вищої освіти можна подати у вигляді складного комбінованого графа (Рис.2)

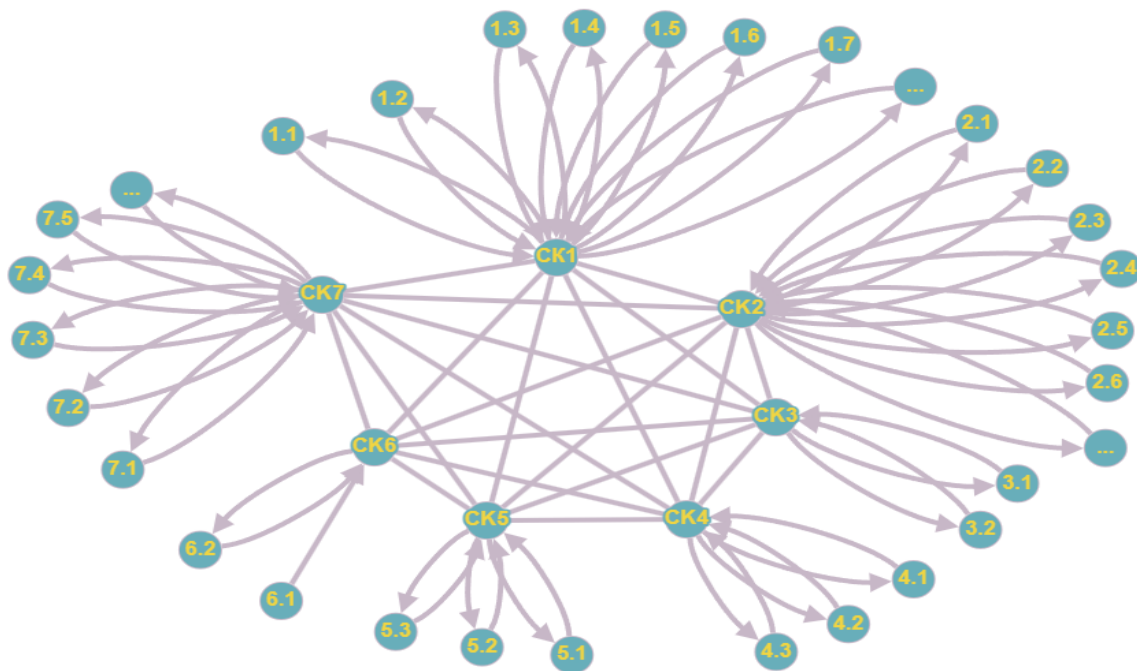


Рис. 2. Інформаційна інфраструктура ЗВО в вигляді неорієнтованого графа  $G_2$

Охарактеризуємо вище зображений граф:

1. Граф  $G2 = \langle V_2, E_2 \rangle$ , де  $G2$  комбінований граф, що, складається з двох множин:

2.  $V_2$  –множина вершин, або об’єктів,  $E_2$  - множина ребер, або пар об’єктів з  $V_2$ . Позначимо вершини  $СК_n$  - номер вершини. При чому,  $n \in [1;7]$ .

3. Граф має 7 центральних вершин, що співпадає з кількістю структурних компонентів та 31-ої периферійної вершини, що відповідає загальній кількості складових структурних компонентів.

4. Граф складається з семи остовних дерев. Вага мінімального островного дерева рівна 37. (При умові ігнорування орієнтації дуг).

5. Радіус графа: 2 ( $СК_1 \Rightarrow К_2 \Rightarrow 2.1$ ). Діаметр графа: 3 ( $1.2 \Rightarrow СК_1 \Rightarrow К_2 \Rightarrow 2.1$ ).

6. Максимальна степінь вершин графа рівна семи.

7. Ейлеровий цикл та Ейлеровий ланцюг не визначений. Гамільтоновий цикл та Гамільтоновий ланцюг не визначений

8. Число слабо пов’язних компонентів рівне одиниці

Оскільки інформаційна інфраструктура ЗВО у вигляді неорієнтованого графа  $G2$  розглядає низку невизначеностей, доцільно ввести таку структурну компоненту ІІС ЗВО, як інтелектуальна система (ІнС), яка буде поєднувати на основі нейронних алгоритмів всі інші структурні компоненти ( $СК_1$ - $СК_7$ ).

Таблиця 3

**Інтелектуальна система інформаційної інфраструктури закладу вищої освіти з інтелектуальною компонентою (доповнення до таб. 2)**

Складова ІІС ЗВО з ІнК	Умовне позначення	Складові структурних компонентів ІІС ЗВО
...	...	....
Інтелектуальна система (ІнС)	СК8	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ DataSet/Database</li> <li>▪ Нейромережеві алгоритми</li> </ul>

Інформаційну інфраструктуру закладу вищої освіти з інтелектуальною компонентою можна представити як функцію що залежить від її структурних компонентів та їх складових.

Визначимо математичну модель СК8 в операторній формі

$$СК8 = F(x, u, w, p, z), \quad (4)$$

де  $F(\cdot)$  – оператор інтелектуального перетворення, який характеризує структуру та роботу ІнС;  $x$  – вектор стану системи управління ІнС;  $u$  – вектор управління процесами у ІнС;  $w$  – вектор впливу зовнішнього середовища, яке впливає на функціонування ЗВО;  $p$  – вектор сигналів мети функціонування ІнС ЗВО;  $z$  – вектор параметрів об’єкту управління тобто ЗВО.

Графічно модель інформаційної інфраструктури закладу вищої освіти з інтелектуальною компонентою з доданою структурною компонентою «Інтелектуальна система» (СК8) можна подати у вигляді складного комбінованого графа (Рис.3)

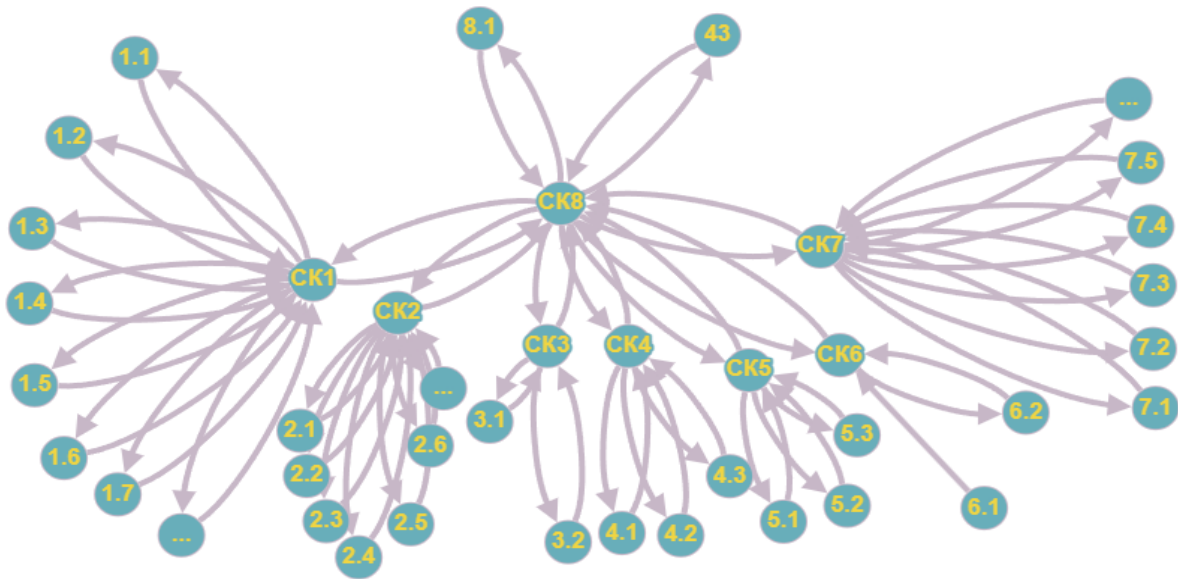


Рис. 3. Інформаційна інфраструктура ЗВО з інтелектуальною компонентою у вигляді графа  $G_3$ .

Охарактеризуємо вище зображений граф:

1. Граф  $G_3 = \langle V_3, E_3 \rangle$ , де  $G_3$  комбінований граф, що, складається з двох множин:  
 $V_3$  –множина вершин, або об'єктів,  $E_3$  - множина ребер, або пар об'єктів з  $V_3$ .  
 Позначимо вершини  $СК_m$  - номер вершини. При чому,  $m \in [1;7]$ .
2. Граф має вісім центральних вершин, що співпадає з кількістю структурних компонентів та 33-ьох периферійних вершин, що відповідає загальній кількості складових структурних компонентів.
3. Граф складається з восьми остовних дерев. Вага мінімального островного дерева рівна 40. (При умові ігнорування орієнтації дуг)
4. Радіус графа: 2 ( $СК_8 \Rightarrow СК_1 \Rightarrow 1.1$ ). Діаметр графа: 4 ( $1.1 \Rightarrow СК_1 \Rightarrow СК_8 \Rightarrow СК_2 \Rightarrow 2.1$ ).
5. Максимальна степінь вершин графа рівна дев'яти
6. Ейлеровий цикл не визначений
7. Ейлеровий ланцюг:  
 $1 \Rightarrow СК_6 \Rightarrow СК_8 \Rightarrow 8.1 \Rightarrow СК_8 \Rightarrow 43 \Rightarrow СК_8 \Rightarrow СК_7 \Rightarrow 7.1 \Rightarrow СК_7 \Rightarrow 7.2 \Rightarrow СК_7 \Rightarrow 7.3 \Rightarrow СК_7 \Rightarrow 7.4 \Rightarrow СК_7 \Rightarrow 7.5 \Rightarrow СК_7 \Rightarrow \dots \Rightarrow СК_7 \Rightarrow СК_8 \Rightarrow СК_1 \Rightarrow 1.1 \Rightarrow СК_1 \Rightarrow 1.2 \Rightarrow СК_1 \Rightarrow 1.3 \Rightarrow СК_1 \Rightarrow 1.4 \Rightarrow СК_1 \Rightarrow 1.5 \Rightarrow СК_1 \Rightarrow 1.6 \Rightarrow СК_1 \Rightarrow 1.7 \Rightarrow СК_1 \Rightarrow \dots \Rightarrow СК_1 \Rightarrow СК_8 \Rightarrow СК_2 \Rightarrow 2.1 \Rightarrow СК_2 \Rightarrow 2.2 \Rightarrow СК_2 \Rightarrow 2.3 \Rightarrow СК_2 \Rightarrow 2.4 \Rightarrow СК_2 \Rightarrow 2.5 \Rightarrow СК_2 \Rightarrow 2.6 \Rightarrow СК_2 \Rightarrow \dots \Rightarrow СК_2 \Rightarrow СК_8 \Rightarrow СК_3 \Rightarrow 3.1 \Rightarrow СК_3 \Rightarrow 3.2 \Rightarrow СК_3 \Rightarrow СК_8 \Rightarrow СК_4 \Rightarrow 4.1 \Rightarrow СК_4 \Rightarrow 4.2 \Rightarrow СК_4 \Rightarrow 4.3 \Rightarrow СК_4 \Rightarrow СК_8 \Rightarrow СК_5 \Rightarrow 5.1 \Rightarrow СК_5 \Rightarrow 5.2 \Rightarrow СК_5 \Rightarrow 5.3 \Rightarrow СК_5 \Rightarrow СК_8 \Rightarrow СК_6 \Rightarrow 6.2 \Rightarrow СК_6$
8. Гамільтоновий цикл та Гамільтоновий ланцюг не визначений
9. Число слабо пов'язаних компонентів рівне одиниці

Отже, інформаційна інфраструктура закладу вищої освіти з інтелектуальною компонентою - це комплексна сукупність інформаційних систем ЗВО/автоматизованих спеціалізованих систем, інформаційних освітніх ресурсів, електронних комунікаційних



мереж та засобів е-комунікації, механізмів управління ЗВО, засобів інформаційного та кіберзахисту, нормативно-правової бази, бази знань, що керуються нейромережевими алгоритмами та направлені на гармонізацію освітнього процесу та освітньої діяльності.

## ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Провівши аналіз нормативно-правової бази держави та праць науковців виведено визначення інформаційної інфраструктури закладу вищої освіти, як окремої компоненти. Структуровано та надано характеристики складових інформаційної інфраструктури закладу вищої освіти.

Розроблено та запропоновано модель організації електронних комунікаційних мереж в межах визначеного ЗВО та пов'язане з засобами е-комунікацій загального призначення у вигляді кортежу складових компонент інформаційної інфраструктури, де задіяні – структура електронних комунікаційних мереж в межах визначеного ЗВО та пов'язане з засобами е-комунікацій загального призначення, множина об'єктів електронних комунікаційних мереж, які змінюють свій стан в результаті множини операцій, користувачами.

Показано на графах, що інформаційна інфраструктура ЗВО у вигляді неорієнтованого графа розглядає низку невизначеностей, і виникає питання доцільності ввести структурну компоненту ІС ЗВО, як інтелектуальна система (ІНС), яка буде поєднувати на основі нейромережових алгоритмів всі структурні компоненти інформаційної інфраструктури.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1 Про схвалення Стратегії розвитку інформаційного суспільства в Україні, Розпорядження Кабінету Міністрів України № 386-р (2013) (Україна). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/386-2013-p#Text>.
- 2 *Женевська Декларація принципів | Асоціація підприємств інформаційних технологій України*. Асоціація підприємств інформаційних технологій України. <https://old.apitu.org.ua/wsis/dp>
- 3 Kibirige, H. M. (1983). *The information dilemma: A critical analysis of information pricing and the fees controversy*. Greenwood Press.
- 4 Волох, О. К. (2014). Поняття і складові інформаційно-комунікаційної інфраструктури. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*, 29(2), 4/2, 29–32.
- 5 Gore, A., Hall, R. Remarks on the Information Superhighway. Los Angeles, California. <http://www.ibiblio.org/icky/speech2/html>
- 6 Hanseth, O. (б. д.). From Systems and Tools to Networks and Infrastructures-from Design to Cultivation. *У Industrial Informatics Design, Use and Innovation* (с. 122–156). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-61520-692-6.ch011>.
- 7 Довгань, О. Д. (2015). Сучасна інформаційна інфраструктура України і основні завдання щодо її захисту. *Юридична наука*, 7, 64–73
- 8 Закон України Про захист інформації в інформаційно-комунікаційних системах (назва із змінами, внесеними згідно із Законом України від 16.12.2020р. N 1089-IX)/ Електронний ресурс. URL: <https://qdpro.com.ua/document/18462>
- 9 Інформація та документація. Бібліотечно-інформаційна діяльність. Терміни та визначення понять: ДСТУ 7448:2013. — Київ : Мінекономрозвитку України, 2014. — III, 41 с. — (Національний стандарт України) — Зі скасуванням в Україні ГОСТ 7.26–80 — Текст укр., рос., англ., фр.
- 10 Інформація та документація. Бібліотечно-інформаційна діяльність. Терміни та визначення понять : ДСТУ 7448:2013. — Київ : Мінекономрозвитку України, 2014. — III, 41 с. — (Національний стандарт України) — Зі скасуванням в Україні ГОСТ 7.26–80 — Текст укр., рос., англ., фр.
- 11 Судик, В. В. Т. Р. П. (б. д.). Інформаційні ресурси. Енциклопедія Сучасної України ЕСУ. <https://esu.com.ua/article-12472>



- 12 Закон України Про електронні комунікації. Документ 1089-IX, чинний, поточна редакція — Редакція від 31.03.2023, підстава - 2849-IX . Сайт Верховної Ради України. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1089-20#Text>
- 13 Присяжнюк, П. В. (2019). Механізм управління: сутність, види та складові. *Ефективна економіка, 12*. <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=7539>. DOI: 10.32702/2307-2105-2019.12.150
- 14 Закон України Про освіту. Документ 2145-VIII, чинний, поточна редакція — Редакція від 02.07.2023, підстава - 3143-IX. Сайт Верховної Ради України. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text>.
- 15 Закон України Про вищу освіту. Документ 1556-VII, чинний, поточна редакція — Редакція від 28.05.2023, підстава - 3062-IX. Сайт Верховної Ради України. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18#Text> .
- 16 Закон України Про інформацію. Документ 2657-XII, чинний, поточна редакція — Редакція від 31.03.2023, підстава - 2849-IX Сайт Верховної Ради України. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2657-12#Text>.
- 17 Постанова. Кабінет Міністрів України від 10 травня 2018 р. № 357 Деякі питання електронної взаємодії державних електронних інформаційних ресурсів. Документ 606-2016-п, чинний, поточна редакція — Редакція від 20.01.2023, підстава - 38-2023-п Сайт Верховної Ради України. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/606-2016-%D0%BF#Text>
- 18 Постанова. Кабінет Міністрів України від 17 березня 2004 р. N 326 Про затвердження положення Національний реєстр електронних інформаційних ресурсів. Документ 326-2004-п, чинний, поточна редакція — Редакція від 01.12.2022, підстава - 1291-2022-п Сайт Верховної Ради України. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/326-2004-%D0%BF#Text>
- 19 Биков, В., Спирін, О., Шишкіна, М. (2015). Традиції й сучасні тенденції міжнародного співробітництва у сфері вищої освіти, «Корпоративні інформаційні системи підтримання науково-освітньої діяльності на базі хмаро орієнтованих сервісів», (с. 93-121).
- 20 Литвинчук, А., Мазур, С., Сухарева, Л. (2019). Проблеми становлення інформаційної економіки в Україні «Автоматизований інформаційний комплекс освітнього менеджменту: переваги та можливості»: тези доп. IV міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми становлення інформаційної економіки в Україні», (с. 171-174).
- 21 Chubaievskiy, V., Lakhno, V. ., Akhmetov, B. ., Kryvoruchko, O., Kasatkin, D., Desiatko, A., & Litovchenko, T. (2021). Оптимізації резерву обладнання для інтелектуальних автоматизованих систем. *Електронне фахове наукове видання «Кібербезпека: освіта, наука, техніка», 2(14), 87–99*. <https://doi.org/10.28925/2663-4023.2021.14.8799>
- 22 Lakhno, V. ., Yerbolat, K. ., Bagdat, Y. ., Kryvoruchko, O., Desiatko, A., Tsiutsiura, S., & Tsiutsiura, M. (2022). Модель захисту локальної мережі навчального закладу серверної системи віртуалізації. *Електронне фахове наукове видання «Кібербезпека: освіта, наука, техніка», 2(18), 6–23*. <https://doi.org/10.28925/2663-4023.2022.18.623>
- 23 Калініна, Л.М. (2017). Система інформаційного забезпечення управління загальноосвітнім навчальним закладом. *Вісник Черкаського університету, 11*.
- 24 Пархуць, Л., & Ясинська, С. (б. д.). Інформаційні системи в освіті: автоматизовані навчальні системи. У *Гармонізація суспільства – новітній напрямок розвитку держави : Всеукр. наук. конф. аспірантів та молодих вчених* (с. 90–94). ОНЕУ.
- 25 Інформаційно-освітні ресурси –компонент нової системи освіти. What. <https://what.com.ua/informaciino-osvitni-resyrsi/>.

**Shestak Yaroslav**

Senior Lecturer of the Department of Software Engineering and Cybersecurity  
State University of Trade and Economics, Kyiv, Ukraine  
ORCID ID: 0000-0002-5102-9642  
*shestack@knu.edu.ua*

**Vitaliy Chubaievskiy**

Doctor of Economic Sciences, Associate Professor, of Department of Software Engineering and Cybersecurity  
State University of Trade and Economics, Kyiv, Ukraine  
ORCID ID: 0000-0001-8078-2652  
*chubaievskiy\_vi@knu.edu.ua*

## MODELING OF THE INFORMATION INFRASTRUCTURE OF THE HIGH SCHOOL

**Abstract.** This publication researches the problem of modelling the information infrastructure of higher education institutions. It is noted that the information infrastructure includes people, processes, procedures, tools, technologies, as well as organizational structures and mechanisms necessary to support the functioning and development of the economic entity. The information infrastructure has corresponding components, each of which has its own characteristics and there is a certain dependence between the information infrastructure of the subject of economic activity as a function of its structural components. A model of the electronic communication networks organization within the defined high school and connected to the general purpose e-communications has been developed in the form of a tuple of constituent structural components, where the structure of electronic communication networks within the defined high school and connected to the general purpose e-communications is involved, a set of objects of electronic communication networks that change their state as a result of a set of certain operations and users. It is shown that the information infrastructure of the defined high school in the form of an undirected graph considers a number of uncertainties and it is proposed to introduce such a structural component of the IIS of the defined high school as an intelligent system (InS), which will be interconnected on the basis of neural network algorithms and defined structural components. Accordingly, the information infrastructure of a higher education institution with an intellectual component is a complex set of information systems of higher education institutions/automated specialized systems and all information resources controlled by neural network algorithms and aimed at harmonizing the educational process and educational activities.

**Keywords:** information infrastructure, structural components of information infrastructure of high school, model, tuple of components, undirected graph, intelligent component, neural network algorithm, Euler chain, Hamilton chain

### REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

- 1 Pro skhvalennia Stratehii rozvytku informatsiinoho suspilstva v Ukraini, Rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy № 386-r (2013) (Ukraina). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/386-2013-r#Text>.
- 2 Zhenevska Deklaratsiia pryntsyupiv | Asotsiatsiia pidpriemstv informatsiinykh tekhnolohii Ukrainy. Asotsiatsiia pidpriemstv informatsiinykh tekhnolohii Ukrainy. <https://old.apitu.org.ua/wsis/dp>
- 3 Kibirige, H. M. (1983). The information dilemma: A critical analysis of information pricing and the fees controversy. Greenwood Press.
- 4 Volokh, O. K. (2014). Poniattia i skladovi informatsiino-komunikatsiinoi infrastruktury. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho natsionalnoho universytetu*, 29(2), 4/2, 29–32.
- 5 Gore, A., Hall, R. Remarks on the Information Superhighway. Los Angeles, California. <http://www.ibiblio.org/icky/speech2/html>
- 6 Hanseth, O. (b. d.). From Systems and Tools to Networks and Infrastructures-from Design to Cultivation. *U Industrial Informatics Design, Use and Innovation* (s. 122–156). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-61520-692-6.ch011>.
- 7 Dovhan, O. D. (2015). Suchasna informatsiina infrastruktura Ukrainy i osnovni zavdannia shchodo yii zakhystu. *Yurydychna nauka*, 7, 64–73
- 8 Zakon Ukrainy Pro zakhyst informatsii v informatsiino-komunikatsiinykh systemakh (nazva iz zminamy, vnesenyi zghidno iz Zakonom Ukrainy vid 16.12.2020r. N 1089-IX)/ Elektronnyi resurs. URL:



- <https://qdpro.com.ua/document/18462>
- 9 Інформатиіа та документатиіа. Bibliotechno-informatiіа diіalnist. Terminy ta vyznachennia poniat: DSTU 7448:2013. — Kyiv : Minekonomrozvytku Ukrainy, 2014. — III, 41 s. — (Natsionalnyi standart Ukrainy) — Zi skasuvanniam v Ukraini HOST 7.26–80 — Tekst ukr., ros., anhl., fr.
  - 10 Інформатиіа та документатиіа. Bibliotechno-informatiіа diіalnist. Terminy ta vyznachennia poniat : DSTU 7448:2013. — Kyiv : Minekonomrozvytku Ukrainy, 2014. — III, 41 s. — (Natsionalnyi standart Ukrainy) — Zi skasuvanniam v Ukraini HOST 7.26–80 — Tekst ukr., ros., anhl., fr.
  - 11 Sudyk, V. V. T. R. P. (b. d.). Informatiіi ni resursy. Entsyklopediіа Suchasnoi Ukrainy ESU. <https://esu.com.ua/article-12472>
  - 12 Zakon Ukrainy Pro elektronni komunikatsii. Dokument 1089-IX, chynnyi, potochna redaktsiіа — Redaktsiіа vid 31.03.2023, pidstava - 2849-IX . Sait Verkhovnoi Rady Ukrainy. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1089-20#Text>
  - 13 Prysiazhniuk, P. V. (2019). Mekhanizm upravlinnia: sutnist, vydy ta skladovi. Efektyvna ekonomika, 12. <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=7539>. DOI: 10.32702/2307-2105-2019.12.150
  - 14 Zakon Ukrainy Pro osvitu. Dokument 2145-VIII, chynnyi, potochna redaktsiіа — Redaktsiіа vid 02.07.2023, pidstava - 3143-IX. Sait Verkhovnoi Rady Ukrainy. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text>.
  - 15 Zakon Ukrainy Pro vyshchu osvitu. Dokument 1556-VII, chynnyi, potochna redaktsiіа — Redaktsiіа vid 28.05.2023, pidstava - 3062-IX. Sait Verkhovnoi Rady Ukrainy. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18#Text> .
  - 16 Zakon Ukrainy Pro infmormatiіiu. Dokument 2657-XII, chynnyi, potochna redaktsiіа — Redaktsiіа vid 31.03.2023, pidstava - 2849-IX Sait Verkhovnoi Rady Ukrainy. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2657-12#Text>.
  - 17 Postanova. Kabinet Ministriv Ukrainy vid 10 travnia 2018 r. № 357 Deiaki pytannia elektronnoi vzaiemodii derzhavnykh elektronnykh informatiіi nykh resursiv. Dokument 606-2016-p, chynnyi, potochna redaktsiіа — Redaktsiіа vid 20.01.2023, pidstava - 38-2023-p Sait Verkhovnoi Rady Ukrainy. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/606-2016-%D0%BF#Text>
  - 18 Postanova. Kabinet Ministriv Ukrainy vid 17 bereznia 2004 r. N 326 Pro zatverdzhennia polozhennia Natsionalnyi reiestr elektronnykh informatiіi nykh resursiv. Dokument 326-2004-p, chynnyi, potochna redaktsiіа — Redaktsiіа vid 01.12.2022, pidstava - 1291-2022-p Sait Verkhovnoi Rady Ukrainy. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/326-2004-%D0%BF#Text>
  - 19 Bykov, V., Spirin, O., Shyshkina, M. (2015). Tradytsii y suchasni tendentsii mizhnarodnoho spivrobotnytstva u sferi vyshchoi osvity, «Korporatyvni informatiіi ni systemy pidtrymvannia naukovo-osvitnoi diіalnosti na bazi khmaro oriientovanykh servisiv», (c. 93-121).
  - 20 Lytvynchuk, A., Mazur, S., Sukharieva, L. (2019). Problemy stanovlennia informatiіi noi ekonomiky v Ukraini «Avtomatyzovanyi informatiіi nyi kompleks osvitnoho menedzhmentu: perevahy ta mozhlyvosti»: tezy dop. IV mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Problemy stanovlennia informatiіi noi ekonomiky v Ukraini», (c. 171-174).
  - 21 Chubaievskiy, V., Lakhno, V. ., Akhmetov, B. ., Kryvoruchko, O., Kasatkin, D., Desiatko, A., & Litovchenko, T. (2021). Optyimizatsii rezervu obladnannia dlia intelektualnykh avtomatyzovanykh system. Elektronne fakhove naukove vydannia «Kiberbezpeka: osvita, nauka, tekhnika», 2(14), 87–99. <https://doi.org/10.28925/2663-4023.2021.14.8799>
  - 22 Lakhno, V. ., Yerbolat, K. ., Bagdat, Y., Kryvoruchko, O., Desiatko, A., Tsiutsiura, S., & Tsiutsiura, M. (2022). Model zakhystu lokalnoi merezhi navchalnoho zakladu servernoi systemy virtualizatsii. Elektronne fakhove naukove vydannia «Kiberbezpeka: osvita, nauka, tekhnika», 2(18), 6–23. <https://doi.org/10.28925/2663-4023.2022.18.623>
  - 23 Kalinina, L.M. (2017). Systema informatiіi noho zabezpechennia upravlinnia zahalnoosvitnim navchalnym zakladom. Visnyk Cherkaskoho universytetu, 11.
  - 24 Parkhuts, L., & Yasynska, S. (b. d.). Informatiіi ni systemy v osviti: avtomatyzovani navchalni systemy. U Harmonizatsiіа suspilstva – novitnii napriamok rozvytku derzhavy :Vseukr. nauk. konf. aspirantiv ta molodykh vchenykh (s. 90–94). ONEU.
  - 25 Informatiіi no-osvitni resursy –komponent novoi systemy osvity. What. <https://what.com.ua/informaciіi no-osvitni-resyrsi/>.

