

# **СИСТЕМА ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**Монографія**

*За загальною редакцією  
канд. техн. наук, професора Степанова В. П.*

**Харків. ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2015**

УДК 371.315.7:004

ББК 74.58

С 40

Рецензенти: докт. екон. наук, професор, академік Міжнародної Академії інформатизації, член Української Академії економічної кібернетики, Міжнародної асоціації прикладної та індустріальної математики (GAMM) *Клебанова Т. С.*; канд. техн. наук, доцент кафедри ПІ ХНУРЕ, директор Центру технологій дистанційного навчання, генеральний директор Української Асоціації Дистанційної Освіти *Каук В. І.*; канд. техн. наук, доцент, старший науковий співробітник науково-дослідної лабораторії "Дистанційних засобів бойової підготовки та дистанційного навчання" науково-дослідного відділу наукового центру Повітряних Сил Харківського університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба *Третьак В. Ф.*

**Рекомендовано до видання рішенням вченої ради Харківського національного економічного університету імені Семена Кузнеця.**

Протокол № 9 від 30.03.2015 р.

**Авторський колектив:** канд. техн. наук, професор Степанов В. П. – вступ, п. 1.1, п. 5.7, п. 5.8, п. 6.1, висновки; канд. техн. наук, доцент Борозенець І. О. – п. 1.3, пп. 1.3.1, п. 3.1; канд. фіз.-мат. наук, доцент Бурдаєв В. П. – пп. 1.3.3, пп. 1.3.4; викладач Вільхівська О. В. – п. 1.2, пп. 1.3.2; канд. техн. наук, доцент Гороховатський О. В. – п. 5.1 – 5.6; канд. техн. наук, доцент Затхей В. А. – п. 2.1; канд. техн. наук, доцент Кузьменко С. В. – п. 2.4, п. 2.5, розд. 4; канд. техн. наук, доцент Тесленко О. В. – п. 2.2, п. 2.3; канд. техн. наук, доцент Щербак Г. В. – п. 3.3, п. 3.4; канд. техн. наук, доцент Шило С. Г. – п. 3.2; викладач Сібілев К. С. – п. 6.2.

**С 40 Система дистанційного навчання та використання інформаційних технологій : монографія / В. П. Степанов, І. О. Борозенець, В. П. Бурдаєв та ін. ; за заг. ред. канд. техн. наук, проф. Степанова В. П. – Х. : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2015. – 232 с. (Укр. мов.)**

ISBN 978-966-676-590-4

Розглянуто проблеми моделювання елементів процесу навчання з використанням системи дистанційного навчання (СДН). Розроблено графоаналітичну модель процесу передавання й оброблення інформації в СДН, яка використовується для опису ієрархічних структур СДН, а також графоаналітичну модель оцінювання часових характеристик процесу дистанційного навчання. Визначено склад операцій, які виконуються під час реалізації функцій дистанційного навчання, та групу методів, які можуть бути застосовані в ході вирішення завдання синтезу ефективної структури СДН.

Рекомендовано для студентів, аспірантів, викладачів і наукових співробітників, які займаються проблемами розвитку компетентностей.

**УДК 371.315.7:004**

**ББК 74.58**

© Степанов В. П., Борозенець І. О., Бурдаєв В. П., Вільхівська О. В., Гороховатський О. В., Затхей В. А., Кузьменко С. В., Тесленко О. В., Щербак Г. В., Шило С. Г., Сібілев К. С., 2015

© Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця, 2015

**ISBN 978-966-676-590-4**

# Вступ

Сучасний період розвитку суспільства характеризується значним впливом на нього комп'ютерних технологій, які проникають в усі сфери людської діяльності, забезпечують розповсюдження інформаційних потоків у суспільстві, утворюючи глобальний інформаційний простір.

Невід'ємною та важливою частиною цих процесів є комп'ютеризація освіти. В даний час в Україні відбувається становлення нової системи освіти, яка орієнтована на входження у світовий інформаційно-освітній простір. Цей процес супроводжується суттєвими змінами в педагогічній теорії та практиці навчально-виховного процесу, що пов'язані з внесенням коректив у зміст технологій навчання, які повинні відповідати сучасним технічним можливостям.

Комп'ютерні технології спрямовані на те, щоб стати не додатковим "доважком" у навчанні, а невід'ємною частиною цілісного навчального процесу, і значно підвищити його ефективність.

Кінець ХХ століття ознаменувався інтенсивним розвитком і впровадженням інформатики в усі сфери життя суспільства. Це проявилось в інтенсивному вдосконаленні засобів обчислювальної техніки і техніки зв'язку, у появі нових і в подальшому розвитку існуючих інформаційних технологій, а також у реалізації прикладних інформаційних систем. Досягнення інформатики зайняли гідне місце в організаційному управлінні, в промисловості, у проведенні наукових досліджень і в автоматизованому проектуванні.

Інформатизація охопила і соціальну сферу: освіту, науку, культуру, охорону здоров'я. Все це підтверджує, що процес інформатизації інтенсифікується і завершується етап некерованої інформатизації.

Уже давно доведено, що кожен студент по-різному освоює нові знання. Раніше викладачам важко було знайти індивідуальний підхід до кожного студента. Тепер же, використовуючи комп'ютерні мережі та онлайнові засоби, навчальні заклади отримали можливість подавати нову інформацію таким чином, щоб задовольнити індивідуальні запити кожного студента.

Технології, що використовуються для зв'язку студентів зі спільнотами, а також один з одним, можуть зробити процес навчання більш цікавим і таким, що відповідає реаліям сьогодення, надаючи потрібну інформацію в потрібний час. Цей процес багато в чому визначається раніше

отриманими знаннями, очікуваннями й одержуваними результатами, які формують середовище навчання.

Для досягнення успіху в XXI столітті недостатньо лише академічних знань і вміння критично мислити, необхідна також технічна кваліфікація. Тому студенти прагнуть заздалегідь отримати навички в області інформаційних технологій і забезпечити собі цим успішну кар'єру.

Соціально-економічна тенденція, яка існує нині, пов'язана з тим, що все більші число і частка робочих місць та видів діяльності вимагають знань і кваліфікації високого рівня. Для того щоб успішно працювати на цих місцях і в цих сферах діяльності, необхідно отримати відповідну освіту. Такий стан речей характерний не тільки для тієї сфери діяльності людини, яка формується в результаті розвитку нових технологій, але і для спеціальностей, які два десятиліття тому допускали низьку кваліфікацію, та й зараз формально не вимагають вищої освіти. Тому попит у суспільстві на освіту характеризується тенденцією до постійного зростання у міру того, як зростає роль наукових знань у діяльності людини.

У міру набуття освітою характеру безперервного процесу стає все більш різноманітним і віковий склад студентів і їх рівень знань. На передній план висувається практичне питання набуття знань, кваліфікації, а не власне диплома. З іншого боку, участь у політичному, суспільному та культурному житті держави потребує удосконалення протягом всього життя загальної освіти і здобуття знань та вмінь, необхідних у суспільстві, які все більше ґрунтуються на знаннях.

На жаль, в Україні існує невідповідність між вимогами сучасного ринку праці і результатами вищої освіти. У результаті чого виникає необхідність змін існуючої системи освіти на таку, яка буде орієнтована на вирішення реальних життєвих завдань.

На сьогоднішній день головним ресурсом розвитку є сама людина, її освіченість і професійна компетентність, моральні та вольові якості. У життєдіяльність людства інтенсивно входять так звані високі технології, орієнтовані на дуже складні об'єкти, і відрізняються великою наукоємністю.

Головний капітал будь-якої країни – це люди, які володіють сучасним знанням і передовими технологіями, відкриті до інновацій, здатні до саморозвитку і творчої реалізації [45].

Молодь – це майбутнє держави. Потенціал молоді – це можливість і здатність різних груп виконувати сукупність соціально-професійних ро-

лей і функцій в суспільстві, активно і творчо ставитися до себе, суспільства, а також навколишнього природного і соціального середовищ. Особливе значення у формуванні молодіжного потенціалу має освітній потенціал молодого покоління, який можна розглядати як сукупність знань, умінь і навичок загального та спеціального характерів, що дозволяють займатися певним видом професійної діяльності [44].

Актуальність поліпшення якості освіти пояснюється такими причинами:

- відбувається поетапний перехід суспільства від індустріальної фази в розвитку економіки до економіки знань і до фази становлення інформаційної цивілізації;

- разом зі становленням світової інформаційної цивілізації розгортається процес глобалізації, складовою частиною якого виступає швидке накопичення наукових даних і їх старіння;

- відбувається інтернаціоналізація освіти, яка передбачає зближення якісного рівня роботи освітніх систем різних країн, відповідність підготовки молоді деяким загальним критеріям і нормативам (Болонський процес), які необхідні, зокрема, для міжнародної мобільності випускників і студентів, їх працевлаштування та визнання документів про освіту;

- в ситуації обмежених фінансових ресурсів і швидкого старіння матеріально-технічної навчальної бази гостро постає питання конкурентоспроможності серед технологічно, економічно і культурно розвинених держав світу.

З урахуванням цих і багатьох інших причин питання якості освіти займають одне з найважливіших місць у системі економічного і соціально-політичного розвитку України. Рівень освіти і професійні навички повинні відповідати умовам сучасного життя і потребам формування нової плеяди висококваліфікованих спеціалістів.

У монографії зроблено аналіз проблем підвищення ефективності навчального процесу, розробки та впровадження систем дистанційного навчання, використання інформаційних технологій, аналізу і розробки моделей оцінювання набутих компетентностей студентами університету.

## Термінологічний покажчик

БЗ – база знань

ВМОК – веб-базовий мультимедійний освітній комплекс

ДН – дистанційне навчання

ЕНС – експертно-навчальна система

ЕОМ – електронно-обчислювальна машина

ЕОР – електронні освітні ресурси

ЕС – експертна система

ЖЦ – життєвий цикл

ІТ – інформаційні технології

ІТДН – інформаційні технології дистанційного навчання

НМК – навчально-методичний комплекс

НС – навчальна система

ОПР – особа, що приймає рішення

ПЗ – програмні засоби

ПрО – предметна область

ПТДН – педагогічні технології дистанційного навчання

СДН – система дистанційного навчання

СОН – система онлайн-навчання

СР – система рішень

ФС – функціональна система

ФСК – функціональна система компетентності

IMS – Instructional Management Systems

PAR – Positive Acknowledgement with Retransmission

SCORM – Sharable Content Object Reference Model

# Розділ 1. Аналіз і проблеми побудови систем дистанційного навчання

## 1.1. Опис і аналіз предметної області

Висока пропускна здатність Інтернет та Інтранет стимулюють розробку нових технологій для систем навчання. Технології, які засновані на інтерактивному аудіо/відео, забезпечують інфраструктуру для створення такого навчального середовища, в якому студент є центральним елементом, який оточений високоінтерактивними мультимедійними навчальними курсами.

Даний підхід дозволяє студентам пройти навчання за повним циклом навчальних дисциплін будь-якої освітньої галузі в режимі інтерактивного забезпечення навчального процесу з боку викладача. Технічна оснащеність єдиного освітнього інформаційного середовища дозволяє в повному обсязі використовувати в процесі навчання навчально-методичні комплекси дисциплін, записи аудіо/відео навчальних розробок і їх трансляцію в реальному масштабі часу.

У ХНЕУ ім. С. Кузнеця впроваджена система дистанційного навчання (СДН) *Moodle*, яка використовується як додатковий елемент у традиційній системі освіти. Вона забезпечує доступ студентів до розроблених викладачами лекційних і лабораторних занять усіх спеціальностей університету через мережу Інтернет. Кожен із тих хто отримує знання в такій системі навчання, має свій набір унікальних освітніх цілей [45].

Під час використання наведених технологій на тих, хто навчається, впливає багато факторів: попередні знання, бажання або побоювання у ході вивчення нових дисциплін, їх місце проживання, час дня та ін. Протягом усього навчального процесу постійно працюють механізми зворотного зв'язку. Викладач може спостерігати реакцію різних студентів і відповідним чином змінювати наведені завдання або їх зміст. Об'єктивне оцінювання знань відіграє роль у виробленні навичок швидкого запам'ятовування для основного вивчення, а також може слугувати для формування траєкторії освоєння певних розділів, у результаті чого з'являються додаткові завдання, зміст і форма яких може змінитися, ґрунтуючись на зворотному зв'язку і результатах навчання.

У даний час на зміну текстографічним електронним розробкам приходять інтерактивні, мультимедійнонасичені електронні освітні ресурси (ЕОР), які успішно використовуються в середовищі СДН *Moodle*.

Будь-який процес, який має вплив на студента, вимагає аналізу теперішнього стану освітнього процесу та визначення переваг інформатизації освіти з можливостями мережевого розповсюдження контенту і використання поліграфічних підручників.

Відомо, що звичайна книга має низку переваг: не вимагає додаткових технічних засобів відтворення, зручна у використанні в будь-якому місці і в будь-який час, а для ЕОР особливо важливі вимоги до інтерактивності та мультимедійної насиченості для навчальних розробок, що використовуються в освіті. Очевидно, що очікувати від інформатизації підвищення ефективності та якості освіти можна лише за умови, що нові навчальні розробки будуть володіти деякими інноваційними якостями, тому аналіз якостей ЕОР заслуговує окремої уваги.

ЕОР, як і будь-який навчальний матеріал, повинен оцінюватися сукупністю якостей. У раці цього важливо розділити критерії оцінювання на традиційні та інноваційні.

До традиційних критеріїв оцінювання ЕОР належать: відповідність програмі навчання, наукова обґрунтованість подання матеріалу (відповідність сучасним знанням із предмета), відповідність єдиній методиці (метод "від простого до складного", дотримання послідовності подання матеріалів тощо).

Під час оцінювання ЕОР зазвичай використовуються традиційні критерії, які добре відпрацьовані (наприклад – підручники), а тому доцільно винести ці оцінки за рамки, і зосередиться на інноваційних якостях ЕОР та відповідних критеріях оцінювання.

До основних інноваційних якостей ЕОР належать:

1. Забезпечення всіх компонентів освітнього процесу, а саме отримання інформації, організація практичних занять, атестація (контроль навчальних досягнень).

2. Інтерактивність, яка забезпечує загальне розширення можливостей самостійної навчальної роботи за рахунок використання активної діяльнісних форм навчання з можливістю впливати на досліджувані об'єкти і процеси, отримувати відповідні реакції, заглиблюватися в досліджуваний предмет і мати можливість апробації результатів і т. д.



3. Можливість віддаленого (дистанційного), повноцінного навчання. Повноцінність у даному випадку має на увазі індивідуальну реалізацію таких видів навчальної діяльності, які раніше можна було виконати тільки в університеті: вивчення нового матеріалу на предметній основі, лабораторний експеримент, поточний контроль знань з оцінкою та висновками, а також багато іншого, навіть колективну навчальну роботу віддалених користувачів.

Хороший електронний освітній ресурс має зазначені інноваційні якості завдяки використанню нових педагогічних інструментів, перелік яких включає: інтерактивні, мультимедіа – аудіовізуальні уявлення реального світу, імітаційне моделювання з аудіовізуальним відображенням змін суті, виду, якостей об'єкта, комунікативність (забезпечується телекомунікаціями), продуктивність праці користувача.

Оцінити якість ЕОР можна за рівнем використання нових інструментів, проте реально це не так просто, бо надто важко визначитися в досліджуваному просторі. Одним із методів вимірювання інноваційних якостей ЕОР за рівнем інтерактивності є метод у вигляді певної шкали [44].

Активна взаємодія користувача з електронним навчальним продуктом є головною перевагою, стратегічним завданням інформатизації освіти. Рівень інтерактивності і рівень активності користувача під час роботи з електронним освітнім ресурсом слугує одним із найважливіших показників якості ЕОР.

З технічної точки зору ЕОР – це сукупність програм і даних, а з точки зору споживача – це *контент*, тобто сукупність змістовних елементів, що є об'єктами, процесами, абстракціями, які є предметом вивчення. По суті контент – це те, що людина бачить і чує. Відповідно, контент підрозділяється на візуальний і звуковий ряди.

Крім того, контент, як правило, доповнюється елементами управління, які дозволяють переміщатися змістовним масивом, тобто переходити від одного фрагмента до іншого. Організацію переміщення (у загальному випадку – нелінійного) за допомогою цих елементів прийнято називати навігацією. Навігація може бути організована за елементами контенту, а також за контентнонезалежними елементами навігації, найчастіше за допомогою кнопок "вперед/назад", "в початок" та ін. Крім того, до контентнонезалежних елементів графічного інтерфейсу користувача ЕОР належать елементи, які дозволяють здійснити персональні налаштування (гучність звуку, розмір шрифту тощо).

Під інтерактивним розуміється електронний контент, у якому можливі операції з його елементами: маніпуляції з об'єктами, втручання в процеси навчання. Як правило, всі операції проводяться в активному полі контенту, яке може займати як весь екран монітора, так і його частину.

Розглядаються форми взаємодії користувача з ЕОР, структуровані за чотирма рівнями у порядку підвищення освітньої ефективності за рахунок збільшення рівня інтерактивності, і, відповідно, більш повноцінного вираження активно-діяльнісних форм навчання. Було зазначено, що з підвищенням рівня ефективності ЕОР зростають творчі та технологічні витрати на його створення.

Таким чином, ефективні електронні освітні продукти повинні містити високоінтерактивний, мультимедійно насичений контент, що підтримується модулюючими програмами. Для використання ЕОР необхідна мережева доступність, тобто можливість поширення таких продуктів в мережі Інтернет, необхідна нова архітектура електронного продукту, що містить інтерактивний контент із нелінійною навігацією.

Розробка нової архітектури високоінтерактивних, мультимедійно насичених електронних навчальних продуктів для поширення в мережі Інтернет є нетривіальним завданням. Однак навіть із вирішенням цього завдання актуалізується ще один бік проблеми, а саме потрібна уніфікація специфікацій форматів та інтерфейсів, програмних компонентів і технологій розробки ЕОР для забезпечення їх спільного зберігання, каталогізації, пошуку з метою реалізації доступу та використання в будь-якому місці і в будь-який час.

Ще одна, специфічна для освіти проблема полягає в необхідності індивідуального підходу до кожного студента, а також урахування різноманітності запитів і можливостей викладачів. Інакше кажучи, необхідно забезпечити можливість побудови в масиві предметних знань індивідуальної освітньої траєкторії, а також авторського навчального курсу.

Перераховані завдання можна вирішити за допомогою СДН *Moodle*, що складається з двох частин – клієнтської і серверної.

*Серверна частина* в загальних рисах забезпечує виконання таких функцій: централізоване зберігання із предметів у вигляді сукупності електронних навчальних модулів, розмежування прав доступу для отримання або публікації, пошук, вибір і видача за запитом користувача.

*Клієнтська частина* забезпечує виконання таких функцій: отримання інформації про доступні навчальні ресурси, доставка вибраних курсів на клієнтське робоче місце та їх відтворення.

Така уніфікація забезпечує будь-якому користувачеві доступ і відтворення будь-яких курсів із кожного предмета, незалежно від того, ким зроблений і де зберігається даний модуль. Крім того, забезпечується багаторазовість використання курсів (наприклад, під час побудови міжпредметних курсів).

Серверна частина функціонального середовища СДН *Moodle*, за своєю суттю, є набором добре відомих Інтернет-сервісів, тому в якості сховища сукупного контенту може виступати мережа Інтернет.

Оригінальною є клієнтська частина функціонального середовища. Основним клієнтським компонентом є програма-реалізатор, що відтворює поточний (завантажений в пам'ять у даний момент) курс.

Структуризація, каталогізація, пошук курсів СДН *Moodle* в центральному та локальному сховищах засновані на метаданих. У цілому архітектура "клієнт – сервер" визначає можливість багатоплатформенного використання системи.

Усі зазначені переваги СДН *Moodle* забезпечують якість ЕОР і необхідні для широкого впровадження і ефективного використання у навчальному процесі за рахунок розвитку активно-діяльнісних форм навчання, відкривають перспективи нових освітніх технологій, нових форм аудиторної та самостійної навчальних робіт, у тому числі – дистанційних. Сукупність нових можливостей СДН *Moodle* дозволяє визначити її як ЕОР нового покоління.

Домінантою впровадження комп'ютера в освіту є різке розширення сектору самостійної навчальної роботи. Очевидно, що це єдине можливе рішення в сучасних умовах, що характеризуються гаслом "освіта – крізь усе життя".

Увесь світ приходить до розуміння, що для ефективного використання ЕОР, інформатизації освіти в цілому потрібен розвиток нових освітніх технологій. Домінуючими тенденціями в цьому процесі є розширення можливостей студентів у самостійній навчальній роботі та зростання творчого компонента в діяльності педагога в аудиторії. Передбачається поступовий перехід у діяльності педагога від мовлення до дискусії зі студентами та перенесення багатьох традиційно аудиторних видів занять в позааудиторну (самостійну) частину навчальної роботи. У разі цього на-

голошується, що ні викладача, ні книгу ніхто не відміняє, просто роль викладача, як і технології подання текстів, істотно змінюються.

Ясне розуміння цільових функцій орієнтує вектор розвитку, де різноспрямовані спроби ентузіастів перетворюються на потужний організований рух до поставленої мети.

## **1.2. Аналіз сучасного стану проблеми створення підсистем контролю**

Під час вирішення багатокритеріальних оптимізаційних завдань синтезу структури підсистеми контролю, як правило, необхідний облік чинника невизначеності, що істотно впливає на характер вирішення практичних завдань. Зазвичай під невизначеністю розуміється неповне і неточне уявлення про значення різних параметрів [47] ситуації, за якої повністю або частково відсутня інформація про можливі стани системи і зовнішнього середовища [48; 49], що пов'язується з настанням непередбачуваних подій [15; 22].

Розрізняють стохастичну невизначеність або ризик і повну невизначеність [15; 22; 32; 47; 50]. У першому випадку невідомі фактори можуть бути описані і досліджені методами теорії ймовірностей, крім того, передбачається, що під час вирішення задачі вже відомі або можуть бути отримані до необхідного терміну закони, що їх описують.

Повна невизначеність не передбачає можливість визначення законів розподілу або інших імовірнісних характеристик невідомих чинників [2; 47].

Основна складність визначення імовірнісних оцінок пов'язана з генеруванням безлічі випадкових реалізацій умов функціонування  $v_1, v_2, v_3, \dots$ , які досить адекватно відображають умови функціонування реального об'єкта. Під час цього можуть використовуватися різні підходи:

- проведення серії експериментів із реальною системою. Це дозволяє отримати найбільш точне відображення реального об'єкта, але найчастіше неможливо через:

- а) можливе спотворення функціонування системи;
- б) для отримання досить вагомої інформації необхідно багато часу;
- в) властивості системи за цей час можуть істотно змінитися;

- статистична обробка даних попередніх періодів.

Однак це практично неможливо, оскільки окремий період функціонування системи може мати свої специфічні особливості і відрізняється від інших. Крім того, одна система може істотно відрізнятися від іншої системи. Якщо необхідна велика кількість реалізацій, то слід досліджувати статистичні дані за тривалий період;

- застосування досвіду і знань людини з використанням деякої формалізації інформації. Використання такого підходу не гарантує відсутність помилкових уявлень й оцінок, властивих людині, і може бути застосоване під час порівняно простої форми опису умов функціонування.

Найбільш прийнятним засобом формування безлічі реалізацій функціонування об'єкта слід вважати імітаційне моделювання, що об'єднує якості статистичного підходу з можливостями використання інформації, яка погано формалізується, що відображає уявлення людини і не виключає проведення натурних експериментів з окремими елементами системи.

Проте використання імітаційного моделювання пов'язане з великими витратами на конструювання самої моделі і доказ її адекватності реальній системі [51; 53]. У даний час розроблена і використовується велика кількість інструментальних засобів імітаційного моделювання, які можна розділити на універсальні та об'єктно-орієнтовані [53]. До *універсальних* відносяться засоби, які забезпечують написання коду імітаційної програми певною мовою імітаційного моделювання, а до *об'єктно-орієнтованих* – засоби, які слугують для вирішення завдань імітаційного моделювання з конкретних предметних областей: виробничі і транспортні системи, медичні установи та ін. Одним з найбільш перспективних напрямів скорочення витрат у процесі створення імітаційних моделей, який інтенсивно розвивається в даний час, є візуалізація [51] та ідеографічний підхід [16].

У загальному випадку систему управління [22] можна описати випадковими векторними функціями  $\{M_{вх}(t)\}$ ,  $\{M_{вих}(t)\}$ ,  $\{U(t)\}$  й умовно постійними масивами ПНТ (плани, нормативи, технології) (рис. 1.1). Вхідний матеріальний потік відправлень характеризується векторною випадковою функцією  $\{M_{вх}(t)\}$ , кожна координата якої описує об'ємні та якісні показники цього потоку. Технологічна підсистема ( $T_n$ ) забезпечує перетворення вхідного  $M_{вх}(t)$  матеріального потоку в вихідний  $M_{вих}(t)$  матеріальний потік.

Фактичний стан процесів просування характеризується векторною випадковою функцією  $\{Y_i(t)\}$ , кожна координата якої  $Y_i(t)$  є випадковою функцією, що визначає стан безлічі центрів обробки системи  $I = \{i: i = \overline{1, n}\}$  у момент часу  $t$ .

Управлінський вплив характеризується векторною випадковою функцією  $\{U_i(t)\}$ , кожна координата якої  $U_i(t)$  є випадковою функцією, що визначає управлінський вплив для  $i$ -го центру обробки в момент часу  $t$ .

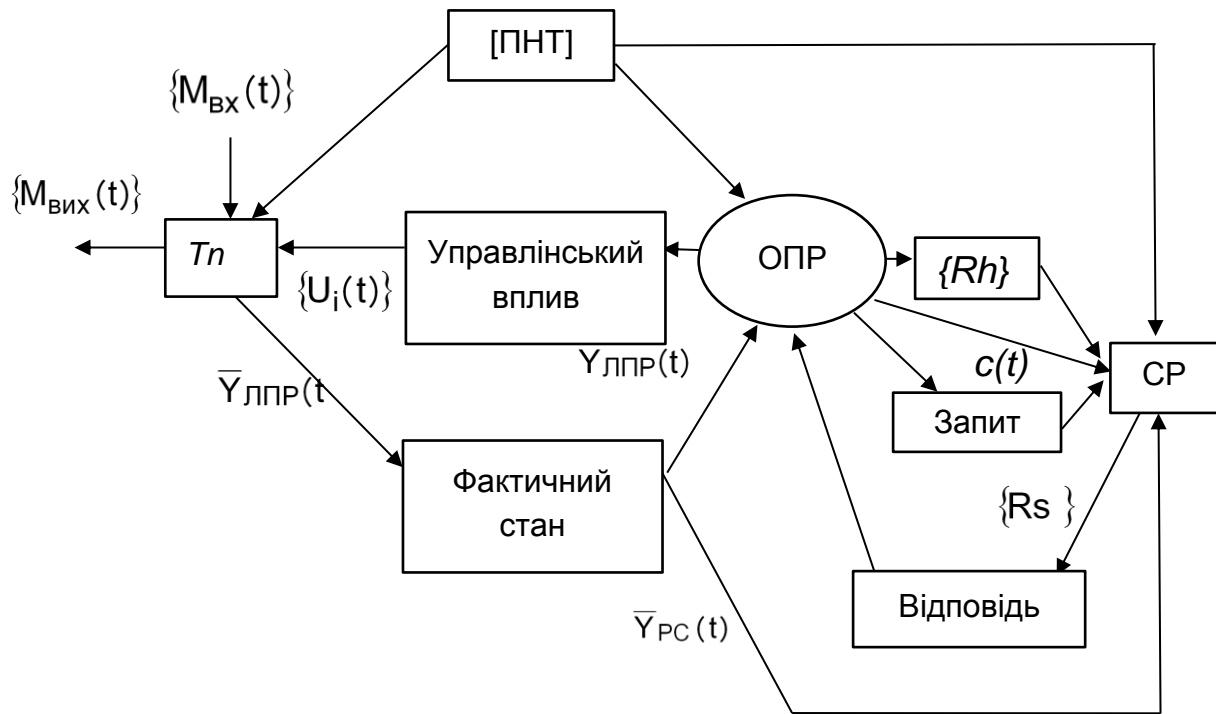


Рис. 1.1. Структурна схема системи управління

Усі можливі у виробничому процесі управлінські дії утворюють безліч рішень  $\{Rh\}$ , що формує ОПР (особа, що приймає рішення) та які поступають на вхід вирішальної системи (СР). Вирішальна система робить аналіз безлічі рішень  $\{Rh\}$ , вибір найкращих відповідно до заданих критеріїв і формує результативну множину  $\{Rs\}$ , що містить інформацію про найбільш прийнятні рішення для конкретної виробничої ситуації  $\zeta(t)$ .

Однією з умов реалізації системи управління є необхідність формування векторної функції  $\bar{Y}_i(t)$ , тобто даних про фактичний стан процесів просування матеріальних потоків у системі на основі векторної випадкової функції  $\{Y_i(t)\}$  і процесів формування фактичного стану виробничих процесів. Формування векторної функції  $\bar{Y}_i(t)$  може бути виконане авто-

матизованою підсистемою контролю стану безлічі обробних центрів системи:  $I = \{ i : i = \overline{1, n} \}$ .

Автоматизована підсистема контролю – це автоматизована система прийому та обробки інформації, призначена для контролю характеристик і параметрів складних об'єктів, яка має певну структуру, що включає об'єкти контролю та зв'язку, які забезпечують отримання, перетворення, накопичення, обробку і видачу даних контролю у формі придатній для подальшого аналізу і використання [32; 50].

Відповідно до цього підсистема контролю (див. рис. 1.1 – блок "Фактичний стан") включає засоби, які забезпечують прийом даних  $\{ Y_i(t) \}$  (характеристик, параметрів) безлічі  $I$  центрів обробки, їх обробку, перетворення, нагромадження і видачу даних контролю  $\bar{Y}_i(t)$  у вигляді, придатному для подальшого аналізу і використання. Дані контролю  $\bar{Y}_i(t)$  надходять як до системи рішень (СР), так і до ОПР, тому форма подання даних контролю для кожного з них докорінно відрізняється одна від одної. У першому випадку – це дані, що використовуються СР для формування результативної безлічі  $\{ R_s \}$ , а у другому – це дані, які можуть бути використані ОПР для аналізу стану системи: візуальні елементи, графіки, таблиці тощо.

Кожну координату  $Y_i(t)$  векторної випадкової функції  $\{ Y_i(t) \}$  можна представити у вигляді виразу:

$$Y_i(t) = [ \xi_{\rho_i} \langle \rangle, \eta_{\tau_i} \langle \rangle, \sigma_{\varphi_i} \langle \rangle ], \quad (1.1)$$

де  $\xi_{\rho_i} \langle \rangle$  – значення параметрів  $\rho_i$ -го вигляду, що описує вхідний матеріальний потік  $M_{\text{вх} \rho_i} \langle \rangle$   $i$ -го центру обробки в момент  $t$ ,  $\rho_i = \overline{1, P_i}$ ;

$\eta_{\tau_i} \langle \rangle$  – значення параметрів  $\tau_i$ -го вигляду, що описують вихідний матеріальний потік  $M_{\text{вих} \tau_i} \langle \rangle$   $i$ -го центру обробки в момент  $t$ ,  $\tau_i = \overline{1, T_i}$ ;

$\sigma_{\varphi_i} \langle \rangle$  – значення параметрів  $\varphi_i$ -го вигляду, що описують стан  $i$ -го центру обробки в момент  $t$ ,  $\varphi_i = \overline{1, I_i}$ .

Перетворення векторної випадкової функції  $\{ Y_i(t) \}$  в дані фактичного стану  $\bar{Y}_i(t)$  здійснюється відповідно до певного алгоритму АІ, який

дозволяє отримати дані контролю як для СР, так і для ОПР:  
 $\bar{Y}_i(t) = A_i \bar{Y}_i(t)$ . При цьому алгоритм перетворення для СР і ОПР різні:

$$\bar{Y}_{PC}(t) = A_{PC} \bar{Y}_i(t); \quad (1.2)$$

$$\bar{Y}_{LPP}(t) = A_{LPP} \bar{Y}_i(t); \quad (1.3)$$

де  $\bar{Y}_{PC}(t)$ ,  $\bar{Y}_{LPP}(t)$  – векторні функції фактичного стану процесів просування матеріальних потоків, відповідно, для СР і ОПР;

$A_{PC}$ ,  $A_{LPP}$  – алгоритми перетворення даних випадкової векторної функції  $\{Y_i(t)\}$  в дані контролю, відповідно, для СР і ОПР.

Отже, для реалізації підсистеми контролю необхідна реалізація системи прийому інформації, яка забезпечує формування координат  $Y_i(t)$  випадкової векторної функції  $\{Y_i(t)\}$  вигляду (1.2), обробка цієї інформації відповідно до алгоритмів (1.3) і її уявлення у вигляді, достатньому для подальшого аналізу і використання [32; 50]. При цьому повинні бути визначені види подання інформації, яка формується безліччю  $l$  центрів обробки системи під час виконання операцій контролю:  $\xi_{\rho_i}$ ,  $\eta_{\tau_i}$ ,  $\sigma_{\varphi_i}$ .

У ході формування даних фактичного стану системи  $\bar{Y}_{PC}(t)$ ,  $\bar{Y}_{LPP}(t)$  необхідно визначення видів подання інформації для СР і ОПР, на основі чого мають бути розроблені математичні моделі та алгоритми перетворення.

Підсистема контролю має певну структуру, що включає об'єкти контролю і засоби передачі даних. Об'єкти контролю виконують операції прийому даних векторної випадкової функції  $\{Y_i(t)\}$ , їх перетворення, накопичення та обробку відповідно до розроблених математичними моделями й алгоритмами, а також видачу даних фактичного стану (1.3) системи. Структура підсистеми контролю визначається як структурою самої системи, так і вирішуваних завдань контролю. З урахуванням розподіленості безлічі центрів обробки системи  $l = \{i : i = \overline{1, n}\}$  підсистема контролю також повинна мати розподілений характер. У ході цього взаємозв'язок між центрами обробки та центрами контролю, а також між центрами контролю може бути різним. Тому під час формування структури підсистеми контролю необхідне рішення структурно-топологічних і структурно-технологічних завдань синтезу [2; 45].



У ході вирішення завдань синтезу необхідно враховувати величину витрат на створення підсистеми контролю, яка повинна бути мінімізована, а також те, що підсистема контролю повинна володіти певними якісними характеристиками, а саме достовірністю, швидкодією, готовністю та ін.

*Достовірність* – це властивість системи забезпечувати відповідність результатів контролю істинного стану об'єкта [32]. Достовірність контролю залежить від багатьох факторів, які впливають на методичні та інструментальні складові контролю.

Методична складова достовірності контролю обумовлена такими основними факторами:

- 1) законами розподілу значень векторних параметрів контрольованого об'єкта і похибок вимірювання, набором допусків працездатності;
- 2) набором контрольованих допусків, взятих за основу прийняття рішень;
- 3) набором контрольованих параметрів, що визначають повноту (глибину) контролю;
- 4) періодом перевірки об'єкта і часом контролю цього об'єкта.

Інструментальна складова достовірності контролю обумовлена такими основними факторами:

- 1) надійність підсистеми контролю;
- 2) методи організації самоконтролю;
- 3) способи накопичення, реєстрації та відображення результатів контролю.

*Швидкодія* – це час реакції системи на зміну стану контрольованого об'єкта. Швидкодія залежить від цілого ряду факторів, основними з яких є:

- 1) число контрольованих параметрів;
- 2) продуктивність системи обробки інформації;
- 3) надійність підсистеми контролю;
- 4) методи організації самоконтролю та ін.

Під готовністю розуміється інтервал часу, протягом якого підсистема може розпочати виконання завдань контролю із заданими якісними показниками [53].

Для оцінювання показників і характеристик, яким повинна відповідати підсистема контролю, можуть використовуватися узагальнені та приватні критерії ефективності. Як приватні критерії ефективності підсистем

контролю в літературних джерелах [32; 53] пропонується використовувати: ймовірність отримання достовірних і повних даних контролю; ймовірність готовності підсистеми контролю для виконання завдань; середній час напрацювання на відмову при виконанні операцій контролю; час виконання операцій контролю; витрати на виконання операцій контролю та ін.

У якості узагальнених показників ефективності пропонується використовувати [45; 53]:

- 1) наведені витрати на реалізацію підсистеми контролю;
- 2) наведені витрати на виконання операцій контролю;
- 3) функціонально-статистичний критерій оцінювання ефективності [11]:

$$E_{i,c}(t, \tau) = \frac{I(t, \tau)}{C(t, \tau)}, \quad (1.4)$$

де  $C(t, \tau) = aT + bW + dS$  – середня узагальнена вартість отримання інформації;

$T = \sum_{i=1}^n t_i$  – час, необхідний для виконання операцій контролю по без-

ліччю  $I = \{ i : i = \overline{1, n} \}$  центрів обробки;

$S = \sum_{i=1}^n s_i + S'$  – складність апаратури контролю, яка включає склад-

ність  $s_i$  апаратури контролю, встановленої в кожному з центрів обробки, і складність  $S'$  апаратури, встановленої в центрах контролю;

$W = \sum_{i=1}^n w_i + W'$  – вартість обладнання підсистеми контролю, яка включає

вартість  $w_i$  апаратури контролю, встановленої в кожному з обробних центрів, і вартість  $W'$  апаратури, встановленої в центрах контролю;

$a, b, d$  – вагові коефіцієнти, що враховують роль і значимість різних факторів, що призводять розмірність складових середньої узагальненої вартості отримання інформації  $C(t, \tau)$  до однієї;

$I(t, \tau) = H_{\zeta}(t, \tau) + H(t, \tau)$  – кількість інформації, яка отримана в результаті виконання операцій контролю;

$H_{\zeta}(t, \tau)$  – початкова ентропія стану об'єктів контролю;

$H(t, \tau)$  – залишкова ентропія стану об'єктів контролю після проведення операцій контролю;

1) економічна ефективність підсистеми контролю [12]:

$$E' = (C_6 - C_H) + E_H (K_6 - K_H), \quad (1.5)$$

де  $C_6, C_H$  – річна собівартість використання, відповідно, базового і нового варіантів підсистеми контролю;

$K_6, K_H$  – капітальні витрати за базовим і новим варіантами підсистеми контролю;

$E_H$  – нормативний коефіцієнт ефективності використання капітальних вкладень.

Вибір системи критеріїв ефективності підсистем контролю в загальному випадку – це неформалізоване завдання. Його вирішення ускладнюється необхідністю задоволення ряду суперечливих умов, таких, як [13]: повнота, мінімальність, ненадмірність, операційність, декомпозиційність і мінливість, які не можуть бути задоволені одночасно. Тому під час формування набору критеріїв необхідно шукати компроміси, основою яких є цілі і завдання, що постають перед автоматизованою системою, яка використовує технологію обробки матеріального потоку та особливості конкретної системи.

Отже, синтез ефективної підсистеми контролю необхідно реалізувати на основі багатьох критеріїв, тобто шляхом вирішення завдання багатокритеріальної оптимізації вигляду [16]:

$$x^0 = \operatorname{argextr}_{x \in X} \{k_j(x), j = 1, \dots, m\} \quad (1.6)$$

де  $k_j(x)$  – часні критерії, які утворюють безліч  $K = \{k_1, \dots, k_m\}$ ;

$X$  – безліч допустимих рішень - варіантів підсистеми контролю;

$x^0$  – оптимальне рішення.

Методи рішення багатокритеріальних задач можна розділити на методи [16], засновані на виявленні апріорних переваг ОПР (прямі методи) і методи, засновані на виявленні та уточненні переваг ОПР у процесі розв'язання задачі (аксіоматичні методи).

Велика частина прямих методів припускає можливість зведення багатокритеріальної задачі до однокритеріальної [17]:

$$\left\{ \begin{array}{l} k_j \rightarrow \text{opt}, \quad j = \overline{1, m}; \\ x \in X; \end{array} \right\} \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} K(x') \rightarrow \text{opt}; \\ x' \in X'. \end{array} \right\}, \quad (1.7)$$

де  $k_j(x)$  – часні критерії ( $j = \overline{1, m}$ );

$K(x')$  – згортка  $m$  часних критеріїв;

$x, x'$  – змінні, відповідно, часних критеріїв  $k_j(x)$  і згортка  $K(x')$ ;

$X, X'$  – область визначення змінних  $x, x'$  відповідно.

У ході цього прями методи засновані на отриманні апіорно точних числових параметрів, що дозволяють побудувати однокритеріальну оптимізаційну задачу, а аксіоматичні методи – на побудові систем аксіом, що дозволяють визначити залежність функції корисності від оцінок альтернатив за кожним із критеріїв [16; 20; 28; 41].

Прямі методи зі способу побудови однокритеріальних задач підрозділяють на:

методи, засновані на використанні єдиної цільової функції без зміни безлічі допустимих альтернатив;

методи, що припускають коригування безлічі допустимих альтернатив.

Застосовують різні способи відомості декількох цільових функцій в одну. Найбільш часто використовуються згортки критеріїв вигляду [16; 53]:

$$F(x) = F(\lambda, k_1(x), k_2(x), \dots, k_m(x)), \quad (1.8)$$

де  $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m)$  – безліч деяких дійсних чисел  $\lambda_j$ , ( $j = \overline{1, m}$ ).

Можна виділити кілька різних типів згорток, у яких величини  $\lambda_j$  розглядаються як коефіцієнти відносної важливості критеріїв [14; 16]:

$$F(\lambda, k) = \sum_{j=1}^m \lambda_j k_j; \quad \lambda_j \geq 0; \quad \sum_{j=1}^m \lambda_j = 1; \quad (1.9)$$

$$F(\lambda, k) = \max_{j=1, m} \lambda_j k_j; \quad \lambda_j > 0; \quad \sum_{j=1}^m \lambda_j = 1; \quad (1.10)$$

$$F(\lambda, k) = \left[ \sum_{j=1}^m \lambda_j k_j^2 \right]^{1/2}; \quad \lambda_j \geq 0; \quad \sum_{j=1}^m \lambda_j = 1. \quad (1.11)$$

Використання згорток є одним із найбільш поширених підходів до вирішення багатокритеріальних задач. У [13–15; 17] наведено згортку узагальненого вигляду:

$$F(\eta, k) = \left( \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m f_j^\eta \right)^{1/\eta}; \quad -\infty < \eta < +\infty. \quad (1.12)$$

Використання згорток такого вигляду має універсальний характер, оскільки, змінюючи значення параметра  $\eta$ , можна отримати різні модифікації згорток векторного критерію (1.9) – (1.11).

Поширеним підходом до формалізації узагальненого векторного критерію є так званий метод цільового програмування [18; 19], заснований на мінімізації відстані від рішення  $x \in X$  до деякої "ідеальної точки"  $x^0$ , яка найчастіше буває недосяжною. В якості відстані зазвичай використовуються:

$$r(x, x^0) = \sum_{j=1}^m \left[ |k_j(x) - k_j(x^0)| \right]^2 \lambda_j; \quad (1.13)$$

$$r(x, x^0) = \sum_{j=1}^m |k_j(x) - k_j(x^0)| \lambda_j, \quad (1.14)$$

де  $\lambda_j$  – коефіцієнт важливості  $j$ -го критерію.

Велика група прямих методів заснована на використанні згорток критеріїв під час одночасного коригування безлічі допустимих альтернатив. Найбільш простим із точки зору математичної реалізації є підхід, що полягає у перетворенні критеріальних функцій в обмеження:

$$\left( \begin{array}{l} k_j(x) \rightarrow \text{opt}; \\ x \in X; \end{array} \right) \rightarrow \left( \begin{array}{l} K(x) \rightarrow \text{opt}; \\ k_j \leq C_j; \\ x \in X; \end{array} \right). \quad (1.15)$$

За таких умов відмінності окремих методів визначаються видом функції  $K(x)$  і способом вибору значень обмежень  $C_j$ .

У багатьох практичних завданнях використовується метод виділення головного критерію під час обмежень на значення інших:

$$\begin{array}{l} k^*(x) \rightarrow \text{extr}; \\ k_j(x) \leq C_l; (l \neq m^*, l = \overline{1, m}) \\ x \in X. \end{array} \quad (1.16)$$

Розвитком такого підходу є методи послідовної оптимізації за кількома критеріями, серед яких можна виділити метод послідовних поступок [14], метод мінімізації поступок, методи, засновані на послідовній оптимізації приватних критеріїв, оптимізації з урахуванням жорсткого пріоритету [28; 41].

Описані методи є найбільш поширеними під час вирішення багато-критеріальних задач, що пояснюється порівняльною простотою їх реалізації. Істотним їх недоліком є недостатня обґрунтованість оптимальності одержуваних таким чином рішень.

Більш досконалі є методи, засновані на припущенні про існування функції корисності спеціального вигляду за умови виконання деякої системи аксіом (аксіоматичні методи), що пов'язують оцінки альтернатив за окремими критеріями. Даний підхід є наслідком теорії очікуваної корисності Фон Неймана і Моргенштерна [20] і знайшов розвиток у роботах [16; 41].

Сутність аксіоматичних методів полягає у такому. Теоретично показано, що якщо відносини між альтернативами задовольняють деяку систему аксіом, то корисність альтернативи може бути виражена у вигляді функції від оцінок альтернативи за приватними критеріями  $k_j(x)$ :

$$K(x) = K(k_1(x), k_2(x), \dots, k_m(x)), \quad (1.17)$$

наприклад, у вигляді адитивної функції:

$$K(x) = \sum_{j=1}^m a_j k_j(x). \quad (1.18)$$

Тоді рішення завдання зводиться до визначення альтернативи, що максимізує функцію корисності.

Аксіоматичний підхід має два різновиди:

- під час визначення функції корисності не враховується імовірнісний характер виконання альтернативного рішення ("корисність без ймовірностей") [16; 41];

- у ході визначення функції корисності враховується імовірнісний характер кожної альтернативи ("корисність з ймовірностями").

Системи аксіом, які використовуються в першій і в другій різновиди підходу, відрізняються між собою.

Одна з основних проблем [20] використання аксіоматичних методів пов'язана з тим, що в практичних завданнях дуже складно розробити систему аксіом, яка адекватно описує практичну ситуацію, причому

в багатьох випадках вона порушується. Саме цією обставиною можна пояснити порівняно невеликий рівень застосування аксіоматичних методів.

У даний час широке поширення отримали людино-машинні процедури вирішення багатокритеріальних задач, які засновані на послідовному виявленні переваг ОПР одночасно з використанням безлічі допустимих альтернатив. У цьому випадку інформація про уподобання приймається від ОПР у діалоговому режимі в процесі виконання завдання. Досить повні огляди людино-машинних процедур вирішення багатокритеріальних задач наведені в роботах [20 – 24; 66]. Людино-машинна процедура вирішення багатокритеріальних задач є циклічним процесом взаємодії ОПР і електронно-обчислювальної машини (ЕОМ), що складається з фази аналізу і прийняття рішень (постановка завдань для ЕОМ), яка здійснюється людиною, і фази оптимізації (пошук та обробка рішень), що реалізується ЕОМ. За умови ролі ОПР у процесі прийняття рішення людино-машинні процедури поділяються на три типи [20]: неструктуровані, псевдоструктуровані і структуровані.

У *неструктурованих* процедурах людина здійснює безпосередній вибір рішень з безлічі допустимих, заданих у просторі фактичних змінних або в критеріальному просторі. У цьому випадку збіжність процедури не гарантується і якість обраного рішення багато в чому визначається кваліфікацією ОПР. У *неструктурованих* процедурах людина здійснює безпосередній вибір рішень із безлічі допустимих, заданих у просторі фактичних змінних або в критеріальному просторі. У цьому випадку збіжність процедури не гарантується і якість обраного рішення багато в чому визначається кваліфікацією ОПР.

Застосування *структурованих* процедур ґрунтується на припущенні про обмежені можливості людини під час вирішення складних багатокритеріальних задач. Тому ОПР доводиться відповідати на найпростіші запитання на етапі аналізу і, залежно від отримуваних відповідей, ЕОМ коригує розглядається безліч рішень і формує нові питання.

Растрігін Л. А. та Ейдук Я. Ю. розглядають методи багатокритеріальної оптимізації з точки зору їх адаптивності до умов вирішення завдань. При цьому виділяється:

адаптація ЕОМ до системи переваг ОПР пов'язана з урахуванням інформації, яка одержується від ОПР;

адаптація ОПР до завдання, яке пов'язане з усвідомленням компромісу і форми його вираження.

Відмінною особливістю адаптивних процедур вирішення багатокритеріальних задач є гарантованість отримання найкращого рішення, тому, як зазначається в [33], адаптивність і людино-машинний характер процедур не є синонімами.

Розглядаючи сутність процедур вирішення багатокритеріальних задач, у цілому, можна сказати, що вони складаються у виявленні та реалізації переваг ОПР на множині допустимих рішень. У практичних завданнях такі процедури припускають об'єднання двох процедур:

апріорне виявлення переваг;

уточнення переваг і пошук рішення безпосередньо в процесі пошуку найкращої альтернативи.

При цьому, якщо акцентується на апріорному виділенні переваг, процедури вирішення наближаються до повністю автоматичних. З'ясувавши, наприклад, коефіцієнт згортання критеріїв до безпосереднього вирішення завдання, ОПР більш не бере участь у процесі вирішення. Якщо ж виявлення переваг ОПР більшою мірою здійснюється вже у процесі пошуку найкращої альтернативи, процедури вирішення багатокритеріальних задач вимагають великих витрат часу і відносяться до неавтоматичних. Співвідношення двох фаз визначається видом вирішуваних завдань.

Отже, ефективне вирішення завдань синтезу структури підсистеми контролю передбачає об'єднання методів оптимізації, імітаційного моделювання та діалогового підходу в єдиній процедурі. Засобом реалізації такої процедури є людино-машинна система прийняття рішень. Однією з виникаючих при цьому проблем є організація людино-машинної взаємодії, що забезпечує найбільш ефективно використання можливостей як людини, так і ЕОМ, об'єднаних у процесі виконання завдання [16; 41].

### **1.3. Аналіз проблем розвитку інформаційних технологій у навчальному процесі**

#### **1.3.1. Сучасний стан розвитку інформаційних технологій в навчальному процесі**

На теперішній час науково-технічний рівень інформаційних технологій такий, що вони можуть використовуватися для виконання багатьох рутинних процесів обробки навчальної інформації. Сучасні системи



навчання під час застосування інформаційних технологій можуть взяти на себе і частину інтелектуальної праці викладача, наприклад, контроль засвоєння та успішності студентів. Основні навички і прийоми, які повинні бути передані студентам, добре алгоритмізуються в рамках таких систем навчання. Фактично йдеться про істотне зростання соціальної ролі інформації в житті суспільства, про прискорення процесу інформатизації соціального простору і про необхідність переходу в зв'язку з цим на нові принципи застосування інформаційних технологій в системі освіти.

Сучасні інформаційні технології в освітньому процесі надають ряд можливостей для оптимізації процесу навчання. Проте це не вирішує деяких проблем:

- проблему вибору методів навчання;
- проблему організації та проведення заняття;
- проблему навчально-методичного забезпечення.

У контексті змін, що відбуваються в суспільстві, викликаних повсюдним упровадженням інформаційних технологій, одним із найактуальніших завдань є усвідомлення того, що необхідні істотні зміни в традиційних освітніх системах і технологіях та відповідно до цього – розробки нових шляхів їх розвитку. Вирішення цього питання є актуальним.

Перш ніж пропонувати до впровадження ту чи іншу освітню модель, треба мати чітке уявлення про середовище, для якого вона створюється. Оскільки йдеться про інформаційне освітнє суспільство, то слід розглянути ті його особливості, які опосередковано впливають на систему навчання, а саме:

- поява нової економіки;
- наявність віртуальних елементів навчання;
- запропонування нових видів діяльності освітнього процесу.

У рамках широкого поширення інформаційних технологій в області отримання знань особливого значення набуває рівень інформаційної культури як окремої людини, так і певного соціуму – студентів.

У сучасному освітньому процесі використання інформаційних технологій (ІТ) полягає не в самих технологіях, а в процесі глобалізації; глобальних комунікаціях, глобальному навчанні, глобальному обміні інформацією, глобальних знаннях. Процес глобалізації навчання не має кордонів, на нього практично не можуть впливати політична обстановка в країні, ідеологічна орієнтація, уряд. Так, у вищій освіті ознаменувалася

тенденція до зростання обсягу навчання на базі web-технологій. Середньорічне зростання кількості цих технологій у світі становить до 80 %.

Нові інформаційні технології змінюють не тільки структуру будь-якої діяльності, а й приводять до інтеграції різних видів діяльності. З'являються нові професії. Зміні піддається і саме розуміння освіти. Якщо раніше вона визначала рівень освіченості людини, розвиненості її інтелекту, то зараз освіта є основою отримання на ринку праці роботи та відповідного матеріального забезпечення. Система освіти повинна бути мобільною й орієнтуватися на потреби ринку праці. У цих умовах важливо кожному навчальному закладу вибрати правильну стратегію і тактику в розробці освітніх програм.

Найбільш перспективним для освітніх установ є шлях мобільної інтеграції як по вертикалі, так і по горизонталі, який повинен привести до створення інтегрованого освітнього простору на базі інформаційних технологій. Практична реалізація цього шляху враховує інтеграцію системи дистанційного навчання як складової концепції безперервної освіти. Технологічною базою такої концепції мають стати сучасні інформаційні (комп'ютерні) технології.

При цьому виникає проблема, а саме нова концепція освіти не може базуватися на старій структурі. Знадобляться кардинальні перетворення.

Будь-яка педагогічна діяльність, безумовно, повинна починатися з осмислення її мети. На вибір мети викладання конкретної дисципліни істотний вплив роблять цільові установки всієї системи освіти, місце і роль навчальної дисципліни в загальному змісті освіти, її особливості, інтереси і потреби тих, хто навчається.

Останнім часом система освіти активно впроваджує в навчальний процес інформаційні технології. Основна маса тих, хто навчається за власним розумінням, з допомогою оточуючих, засобів масової інформації утворюється в галузі інформатики та інформаційних технологій поза програмою навчання. Це призводить до різкої відмінності освітнього рівня тих, хто навчається, його уривчастому або поверхневому змісту і не може слугувати основою для формування інформаційної культури навчального процесу. Тому у навчанні необхідно враховувати такі проблеми [18]:

урахування інтересів і цілей кожного з тих, хто навчається на основі особистісного цілепокладання, рефлексії та здійснення проектної діяльності;

конструювання різноманітного і багатофункціонального змісту навчального курсу, що дозволяє врахувати особливості і потреби кожного з тих, хто навчається; їх участь у побудові особистісно-значущого змісту забезпечується можливістю вільного вибору елементів (модулів) та їх нелінійної комбінації;

створення продуктивного освітнього процесу, можливостей для творчості, активності, самостійності, самоврядування;

послідовність у навчанні, можливість обліку ситуативних моментів і розширення його меж із використанням суб'єктивного досвіду учасників навчального процесу;

використання проектного методу як основної технології у викладанні, що створює умови для самоврядування, пошуку інформації, самоствердження в освітньому середовищі.

У даний час можна виразно виділити, успішно й активно розвивати такі напрями щодо вирішення проблем, які були розглянуті:

реалізація можливостей програмних засобів навчального призначення (проблемно-орієнтованих, об'єктно-орієнтованих, предметно-орієнтованих) як засобів навчання, об'єкта вивчення, засобу управління, засобу комунікації, засобів обробки інформації;

інтеграція можливостей навчальних комплексів як інструмент, за допомогою якого можна створювати і досліджувати моделі процесів освіти, візуалізувати закономірності процесів, які реально перебігають, автоматизувати процеси обробки результатів експерименту, управляти об'єктами реальної дійсності;

інтеграція можливостей комп'ютера і різних засобів передачі аудіо-візуальної інформації при розробці систем мультимедіа, які являють собою комплекс програмно-апаратних засобів та обладнання, що дозволяють об'єднувати різні види інформації і реалізовувати при цьому інтерактивний діалог користувача з системою. Використання мультимедійних технологій забезпечує реалізацію інтенсивних форм і методів навчання, організацію самостійної навчальної діяльності, сприяє підвищенню мотивації навчання;

реалізація можливостей систем штучного інтелекту при розробці інтелектуальних навчальних систем (Intelligent Tutoring Systems) типу

експертних систем, баз даних, баз знань, які орієнтовані на деяку предметну область з метою підвищення інтелектуалізації навчальної діяльності тих, хто навчається, формування вміння самостійного уявлення та вилучення знань.

У цьому сенсі стає очевидним, що концепції використання в навчальному процесі інформаційних технологій еволюціонують від технократичних парадигм в напрямку посилення ролі соціокультурних чинників, інтелектуального потенціалу особистості. Оволодіння ефективними методами і засобами пошуку, обробки та використання навчальної інформації дає можливість не тільки інтенсифікувати освітні процеси, а й розвивати пізнавальні інтереси тих, хто навчається, їх прагнення до продуктивної, творчої діяльності.

Нарешті, ще одна проблема, яка з'явилась останнім часом. Припустимо, вирішені деякі проблеми впровадження ІТ в освіту. Оснащення навчального закладу на рівні, або проведена модернізація наявної техніки. Набрані висококваліфіковані фахівці. Навчальний процес здійснюється з використанням інформаційних технологій, значна кількість занять проводиться за допомогою комп'ютера, впроваджується дистанційне навчання через мережу Інтернет. Використовуються електронні навчальні посібники та комп'ютерна наочність (презентації, навчальні фільми та відеоуроки).

Все має бути начебто відмінно, але в реальності – навпаки. Знижується реальний, а не формальний рівень знань, падає інтерес до освітнього процесу. Дане протиріччя може виникати з наступного:

при дистанційному навчанні – через відсутність особистого спілкування з викладачем;

під час денного навчання – через зменшення часу реального спілкування студента і викладача, внаслідок завантаженості останнього паперовою роботою.

Таким чином, із використанням нових інформаційних технологій виникає деяка ситуація: з одного боку, незаперечна користь від впровадження інформаційних технологій, а з іншого – зниження особистого спілкування викладача та студента, яке відбувається через ряд різних причин і призводить до зниження рівня навченості і зниження пізнавального інтересу студентів. Дана ситуація зводить нанівець всі переваги впровадження інформаційних технологій в освітній процес.

### **1.3.2. Інтелектуальна компетентність**

Оскільки інтелект визначає успішність будь-якої діяльності, то інтелектуальна компетентність є базовою і основною для всіх компетентностей.

Те, як оцінити інтелектуальні компетентності майбутнього фахівця, є однією з актуальних проблем його підготовки. Для того, щоб оцінити їх, потрібні нові методи і сервіси, засновані на принципах штучного інтелекту. Для визначення інтелектуальних компетентностей студентів, які вивчають навчальну дисципліну "Інформатика", використовується комп'ютерна система "КАРКАС", яка сприяє підвищенню якості професійної освіти та оцінювання компетентності студентів [6; 7; 9 – 11; 22; 66].

Інтелектуально компетентні фахівці, які професійно орієнтуються в предметній області інформатики, мають, як правило, такі компетентності: дедуктивну, індуктивну, алгоритмічну, мовну. Стати компетентним фахівцем можна тільки після початку професійної діяльності: знань, практичного досвіду і мотивації до саморозвитку.

Слід сформулювати правила бази знань для визначення інтелектуальної компетентності відповідно до цілей: пріоритетність, збагачення ментального досвіду і формування пізнавального стилю.

Мета – пріоритетність.

Правило 1. Надання якісного контенту (лекції, лабораторні роботи, презентації тощо) як засобу формування інтелектуальної компетентності студентів.

Правило 2. Використання цифрових технологій як інструмента формування інтелектуальної компетентності студентів.

Правило 3. Особистість викладача як організатора взаємодії між контентом і студентами.

Мета – збагачення ментального досвіду.

Правило 4. Механізми формування інтелектуальної компетентності фахівця носять індивідуальний характер, його змістовне оформлення реалізується через предметні галузі знання.

Правило 5. Предметні галузі знань подані не тільки декларативними (поверхневими), але і процедурними (глибинними) знаннями.

Мета – формування пізнавального стилю.

Правило 6. Контент бази знань складається як з базових компонентів онтології, так і з мотивацій студента приймати рішення своїх дій під час вирішення завдань.

Правило 7. Контент бази знань передбачає самооцінку навчання студента (оцінити свої сильні і слабкі інтелектуальні якості).

Виділені правила формування інтелектуальної компетентності майбутніх спеціалістів здійснюються в умовах соціальних мережеских технологій. Так, наприклад, студенти ХНЕУ ім. С. Кузнеця мають можливість навчатися, спілкуватися, розробляти свої проекти на освітньому порталі [ikt.hneu.edu.ua](http://ikt.hneu.edu.ua) і на сайті [it-karkas.com.ua](http://it-karkas.com.ua).

Таким чином, реалізація мережеских освітніх технологій під час навчання майбутніх фахівців ХНЕУ ім. С. Кузнеця задовольняє принципи формування їх інтелектуальної компетентності, а отже, вони можуть бути ефективно використані в процесі професійної підготовки.

Структуру інтелектуальної компетентності з навчальної дисципліни "Інформатика" складають такі пізнавальні навички (когнітивні дії) (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

### Когнітивні дії з дисципліни "Інформатика"

Дії	Пізнавальні навички
Визначення інформації	Вміння ідентифікувати терміни, поняття і задавати питання
Доступ до інформації (пошук)	Вміння застосовувати і використовувати існуючу класифікацію інформації
Управління інформацією	Вміння збирати, знаходити інформацію (кваліфікована робота з різними браузерами)
Інтеграція інформації	Вміння порівнювати і зіставляти інформацію з декількох джерел
Оцінювання інформації	Вміння оцінювати якість і корисність інформації
Створення інформації	Уміння обґрунтувати свої висновки
Передача інформації	Вміння генерувати інформацію і розміщувати їх в Інтернет-середовищі

Отже, інтелектуальна компетентність з навчальної дисципліни "Інформатика" — це здатність студентів використовувати цифрові технології для доступу до знань, для їх пошуку, обробки та оцінювання.

З навчальної дисципліни "Інформатика" у студента формуються такі пізнавальні навички:

1. Звернення з пристроями цифрової технології (комп'ютери, планшети, смартфони та інші гаджети) та їх підключення до локальної мережі та глобальної мережі Інтернет.
2. Створення і редагування текстів і таблиць (MSWord, MSExcel).
3. Створення презентацій (MSPowerPoint).
4. Створення аудіо-відео уроків та соціальна взаємодія (E-mail, блог, форум, сайт).
5. Пошук знань (web-сервіси, хмарні технології).
6. Створення моделей баз знань.

### **1.3.3. Комп'ютерне виявлення інтелектуальної компетентності за допомогою фільтрації бази знань**

Розподілені інтелектуальні системи — це якісно нові технології, особливостями яких є моделювання функціональних систем, використання онтології предметної області, яка є динамічно розвинутою, багато-агентний підбір адаптивної стратегії прийняття рішення.

Практика показує, що головною в теорії складних систем стає проблема прийняття рішень у разі наявності багатьох цілей. Динамічною слід вважати систему, яка володіє такими властивостями, як зв'язність, складність, стійкість, а цілі поведінки якої слабо формалізовані.

Сучасні інформаційні предметні області мають динамічною структурою, наприклад, мережі Інтернет, передбачення аварійних і надзвичайних ситуацій, розподілене навчання і т. д. Їх особливостями є: наявність величезної кількості автономних сутностей зі своїми конкретними підцілями (автономність). Сутності схильні до впливів зовнішнього середовища (відкритість), взаємодіють між собою (розподіл). Бази знань сутностей унікальні (локальність) і утворюють ієрархічні коаліції (ієрархія рівнів сутностей). Для побудови моделей баз знань таких предметних областей використовують, наприклад, самоорганізовані відкриті багатоагентні системи [12].

Тому під динамічною моделлю предметної області варто розуміти функціональну систему, яка характеризується певним станом у даний момент часу і деяким законом, який описує зміну стану з плином часу. А саме стан функціональної системи описується фактами предметної області, а зміна стану описується правилами прийняття рішення. Один із підходів побудови динамічних інтелектуальних систем, заснованих на правилах, розглянуто в роботі [39].

У роботі [6] побудована математична модель динамічної предметної області у вигляді ієрархічної функціональної системи (ФС), в якій база знань асоціюється з ланцюжком розшарувань баз знань, тобто є перетином ланцюжка розшарувань баз знань.

ФС характеризується такими властивостями:

зв'язність – ланцюжок розшарувань бази знань;

складність – ієрархія рівнів локальних баз знань;

стійкість (динамічна поведінка системи) – структура перерізу ланцюжка розшарувань не змінюється під час збурень локальних баз знань. Іншими словами, здійснюється лише зміна евристик локальних баз знань ланцюжка розшарувань, а база розшарування, яка інтерпретується як зовнішнє середовище, залишається незмінною.

Зв'язність ФС виражається в фільтрації бази знань. Нехай  $V_i$  – це локальна база знань, тобто містить правила продукції для визначення підцілей  $G_i$ , яка знаходиться на  $i$ -му рівні ієрархії ФС.

Фільтрація бази знань – це кінцева система локальних баз знань  $V_i$ :

$$V_0 \leq V_1 \leq \dots \leq V_k, \quad (1.19)$$

частково-упорядкованих ( $\leq$ ) таким чином: консеквент кожного правила з  $V_i$  міститься в антецеденті правила з  $V_j$ .

Щоб побудувати фільтрацію бази знань, достатньо вказати ланцюжок правил ФС для досягнення основної мети. Потім за допомогою рекурсивного алгоритму будуються інші правила для локальних баз знань ФС шляхом генерування правил і вчасної консультації з експертом. Експерт аналізує правила, надані агентом виведення ФС, і може помістити створені правила в локальну базу знань на відповідному рівні ієрархії ФС – або заборонити його використання, або дозволити його використання на певний час. Таким чином, за допомогою алгоритму фільтрації бази здійснюється як поповнення локальних баз знань, так і їх адаптація до предметної області. Кількість локальних баз знань відповідає рівнями ієрархічної ФС предметної області.

Складність ФС характеризує основну властивість ієрархічної системи: незважаючи на наявність помилок у локальних базах уся ФС у цілому функціонує нормально. Наприклад, якщо на якомусь рівні ієрархії не знайшлося відповідного правила для прийняття рішення, то ситуація автоматично заноситься агентом висновку у фрейм і далі здійснюється перехід до наступного рівня, тобто консультація не переривається. Крім



того, агент висновку формує правило продукції на цю ситуацію ФС і запам'ятовує в базі знань. Після консультації експерт може проаналізувати ситуацію, яка привела до появи нового правила прийняття рішення.

Слід зауважити, що розмірність ФС (безліч станів або безліч правил прийняття рішень) не означає велику складність її і навпаки.

Таким чином, під динамічною системою варто розуміти саме ієрархічну функціональну систему предметної області, в якій правила прийняття рішення не розкидані, а є набором відфільтрованих локальних баз знань, які дозволяють агенту ФС досягти локальної мети на кожному рівні ієрархії і, відповідно, глобальної мети.

Отже, модель предметної області розглядається як ФС, у якій результат має організуючий вплив на всі етапи формування онтології. Класи і зв'язки між ними можна розглядати як логічну конструкцію ФС.

Реалізація розшарування бази знань у ланцюжок розшарувань дозволяє ефективно виконати ряд операцій.

1. Тестування бази знань на кожному рівні ієрархічної ФС (пошук несуперечності знань і дослідження на повноту бази знань). Клонування правил бази знань.

2. Виконання наочного подання руху перерізів ланцюжка розшарування бази знань під час еволюційного переміщення базового класу в базі розшарування. База розшарування – це так звані повільні змінні, які описують еволюцію головної мети. Шари ланцюжка розшарувань – це швидкі змінні, що описують стани об'єктів, підцілей в дискретні моменти часу у ході еволюції головної мети.

3. Вироблення вертикального обурення в шарах ланцюжка розшарування для пошуку прихованих знань. Тобто в ієрархічній ФС відбувається обурення не всієї бази знань, а тільки її баз знань у шарах. Таким чином, основна мета ієрархічної ФС не піддається збуренням зовнішнього середовища, а еволюціонує в часі для досягнення головного результату.

4. Використання агентів (класи в системі "КАРКАС" [6; 10]) не тільки для управління консультацією на різних рівнях ієрархічної ФС, але й для пояснення результатів, які одержуються в результаті консультації.

5. Виконання тестування знань користувача з предметної області (з використанням до десяти різних типів запитань) і надання візуалізації тестування у вигляді статистики, діаграм і модифікованих так званих "осіб Чернова". Для формування тесту формується специфічна модель ФС.

6. Є можливість провести інтелектуальний аналіз даних. Побудована спеціальна модель ФС, яка дозволяє підібрати алгоритм кластеризації, виходячи з описів структури багатовимірних даних.

Інший підхід до моделювання динамічної предметної області – це використання темпоральних знань [18].

Технічна реалізація ієрархічної функціональної системи виконана в комп'ютерній системі "КАРКАС", яка дозволяє як розробляти бази знань, прототипи експертних систем, так і може бути використана для адаптованого тестування та навчання студентів локальною мережею [20].

Система "КАРКАС" реалізує основні інструментальні засоби, сервіси (*middleware*, бібліотеки, каркаси) для побудови баз знань предметної області за допомогою ієрархічної функціональної системи і таким чином полегшує побудову експертних систем (ЕС) та експертно-навчальних систем (ЕНС).

Архітектура системи "КАРКАС" побудована за модульним принципом і з цієї причини має можливість приєднання інших додаткових модулів. В архітектурі системи можна виділити такі основні модулі: завантажувач; модуль для розробки бази знань (БЗ); модуль консультації; модуль кластеризації даних.

Завантажувач здійснює запуск системи і координує взаємодію всіх модулів. Основним компонентом модуля для розробки БЗ є візуальний редактор БЗ. Модуль консультації містить такі компоненти: машину висновку; блок пояснення; аналізатор тестів; дошку оголошень; монітор бази фактів. Модуль кластеризації даних дозволяє здійснювати інтерактивну та інтелектуальну класифікації багатовимірних даних. Для тестування знань використовуються генератор тестів і монітор викладача.

Модулі системи наведені у вигляді програмних пасивних агентів (взаємодія здійснюється за допомогою масивів параметрів і через загальну пам'ять комп'ютера). Середовище їх взаємодії – це система "КАРКАС".

Такі компоненти, як візуальний редактор БЗ, машина логічного виводу, блок пояснення, є загальними для перерахованих модулів і виступають інструментами для функціонування модулів. Модулі системи "КАРКАС" можна імплантувати в прототипи ЕС.

У системі виділені два режими роботи: 1) режим когнітолога – спеціаліста, моделюючого онтологію предметної області; 2) режим проблемного спеціаліста.

Система "КАРКАС" поєднує в собі різні підходи до побудови систем, заснованих на таких знаннях, як: експертні системи, експертні навчальні системи, багатоагентні системи.

Алгоритм створення БЗ на основі системи "КАРКАС" складається з таких кроків: визначити цілі і підцілі ФС; визначити класи, об'єкти і їх зв'язок в ФС; визначити атрибути (властивості) ФС; виконати формалізацію БЗ; протестувати БЗ.

Функціональна система компетентності (ФСК) – це система, сформована для досягнення заданого корисного результату (компетентності) у процесі свого функціонування. Системоутворюючим чинником функціонування ФСК є конкретний результат, компетентність. Розробка моделі компетентності в системі "КАРКАС" передбачає такі етапи:

- побудова онтології предметної області;
- кваліметрія (ентропія) інтелектуальної і практичної компетентностей;
- тестування онтології.

#### **1.3.4. Формування інтелектуальної компетентності з інформатики в системі "КАРКАС"**

Система "КАРКАС" дозволяє ефективно:

- створювати тести;
- проводити тестування як на окремому комп'ютері, так і локальною мережею;
- складати за кожним тестуванням детальний протокол та здійснювати аналіз результатів тестування;
- формувати відомості результатів тестування, які можуть бути використані для зберігання інформації про атестацію, блочний контроль, екзамен;
- працювати в інтеграції з пакетом Microsoft® Office (Word, Excel, PowerPoint);
- використовувати підказку і навчальні блоки по роботі з нею (презентації в стилі MS PowerPoint);
- використовувати технологію Microsoft Agent і Microsoft Speech API для супроводу тестування та під час навчання контенту;
- налаштовувати індивідуальні стратегії для тестування:
  - ✓ вибір тем;

- ✓ формування тестів за темами;
- ✓ використання датчика випадкових чисел для тестів;
- ✓ використання коефіцієнтів значущості питань;
- ✓ адаптація тесту за рівнем знань під час тестування (як у бік підвищення значущості питань, так і в протилежний);
- ✓ наочна графічна інтерпретація тестування:
- ✓ діаграми поточного оцінювання;
- ✓ діаграми розподілу правильних і неправильних відповідей;
- ✓ діаграми статистики відповідей, модифіковані "особи Чернова" для оцінювання результатів тестування;
- ✓ для оцінювання тесту формувати ряд показників: оцінка щодо правильних відповідей, похибка відповіді, загальна оцінка, експертна оцінка та заключна оцінка;
- ✓ формувати тести динамічно відповідно до стратегій викладача і правил бази знань (БЗ).

Загальна структура комп'ютерної технології навчання та тестування в системі "КАРКАС" ґрунтується на деталізації і активізації знань.

Візуальний редактор БЗ (режим експертної навчальної системи) – це модуль, який надає когнітологу можливість створювати БЗ в інтерактивному режимі. Редактор включає в себе шаблони мови подання знань (продукції, фрейми), підказки та інші сервісні засоби, що полегшують роботу з базою.

Редактор БЗ допомагає експерту або інженеру по знаннях легко модифікувати і перевіряти БЗ.

Редактор БЗ містить синтаксичний контроль логічної умови для продукції. Алгоритм синтаксичного контролю розглянутий в [8; 10].

Для синтаксичного контролю введення атрибутів і їх значень у антецедентах продукції в допомогу користувачеві запропоновано механізм вибору їх із випадуючого списку.

Якщо користувач вводить атрибут або його значення з граматичною помилкою (не міститься у списку термінів предметної області (ПрО)), то агент редактора бази знань виявляє їх і пояснює, що неправильно.

Виправлення таких помилок під час редагування, а не в процесі тестування системи значно зменшує час її розробки.

Агент редактора БЗ контролює не лише семантику або зміст правил і даних під час їх введення, але і перевіряє, чи не суперечать вони існуючими правилами БЗ. Якщо виявляється суперечність, то агент допома-

гає користувачеві вирішити конфлікт, пояснюючи причини суперечностей і описуючи способи їх усунення.

Редактор БЗ дозволяє клонувати продукції. Створюється правило для клонування. Наприклад, антецедент продукції містить чотири атрибути, число варіантів для першого атрибута дорівнює 3, відповідно для другого – 5, для третього – 4, для четвертого – 2 і консеквент має один об'єкт. Тоді в результаті клонування цього правила система створить 120 варіантів різних комбінацій правил. Когнітологу залишиться тільки видалити непотрібні правила.

Зовнішній вигляд редактора бази знань поданий на рис. 1.2. На екрані редактора є такі закладки: атрибути БЗ; правила; фрейми; зображення; ієрархія об'єктів (правил, фреймів); функціональна система.

Закладка "зображення" призначена для розміщення рисунка до запитання. На самому рисунку можна виділяти спеціальні маркери для відповідей. В основному цей сервіс використовується для процесу тестування користувача.

У системі "КАРКАС" атрибут має кілька варіантів відповідей, при цьому кожна відповідь має коефіцієнт фактора впевненості, який пропонується експертом у діапазоні  $[0, \dots, 1]$  або, у випадку групи експертів, визначаються методами експертних оцінок.

Скріншот редактора для конструювання питання і відповідей подано на рис. 1.2.

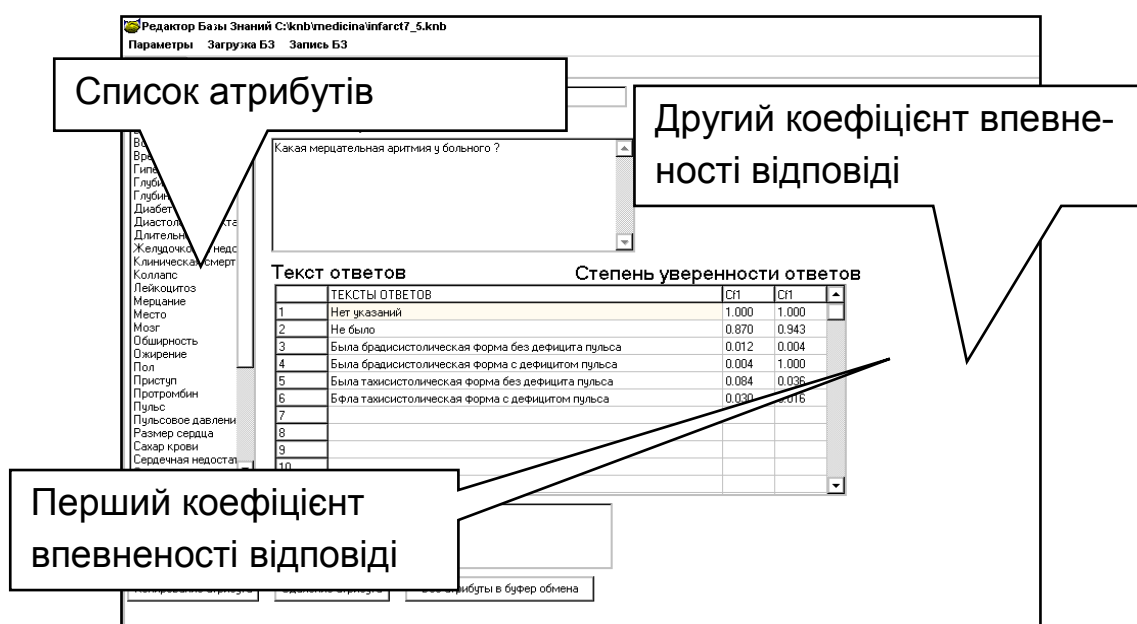


Рис. 1.2. Редагування атрибута "КАРКАС"

У системі є можливість виставити два коефіцієнти достовірності відповіді, що дозволяє використовувати формулу Байєса для формування апіорних ймовірностей, які застосовуються під час побудови бази знань, використовують висновок, заснований на методі Байєса. Застосування коефіцієнтів фактора впевненості відповідей дозволяє у ході тестування використовувати математичний апарат нечітких множин для адекватного відображення знань тестованого на шкалу оцінок. У системі "КАРКАС" є модуль для конструювання "нечітких" тестів [6].

Безліч атрибутів розташовується у вигляді списку. Під час клацання мишею на кожному атрибуті з'являються асоційовані з ним тексти питання та відповідей.

Скріншот редактора для конструювання продукції подано на рис. 1.3.

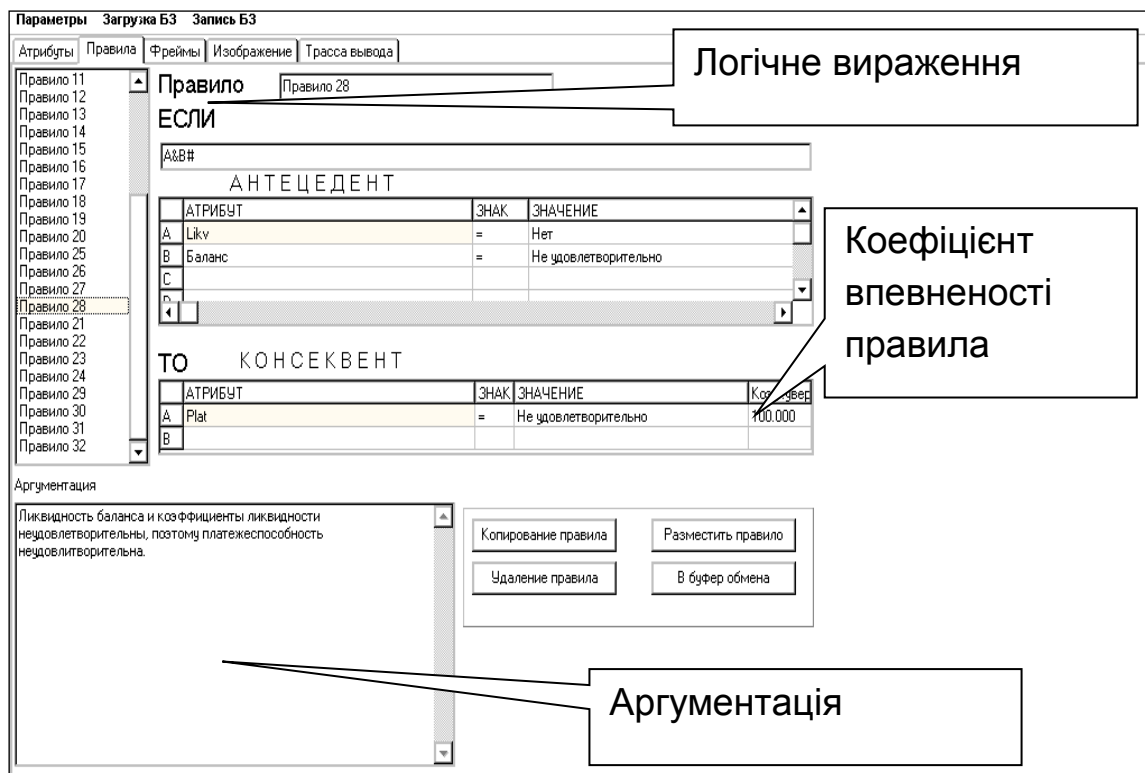


Рис. 1.3. Формування правила (продукції)

Формат зовнішнього подання БЗ (у текстовому файлі) виглядає таким чином: правило-продукція; фрейм; метаправила. Метаправила призначені для управління БЗ, які використовуються в прототипі ЕС "РИБС" [8].

У системі "КАРКАС" шаблони продукції фреймів знаходяться в текстовому файлі з розширенням pattern.knb (knowledge base). Наявність цього файлу обов'язкова, оскільки введення правил, фреймів і метаправил здійснюється за допомогою зазначених шаблонів шляхом їх наповнення і подальшого копіювання в нові продукції і фрейми. Рекомендується під час виконання наповнення БЗ записувати її в різні файли; bank1.knb, ..., bankN.knb, що забезпечить збереження працюючих версій БЗ.

Тестові завдання по можливості мають такий характер, за якого студенту доводиться активно мислити і приймати усвідомлені рішення. Далі на скріншотах системи "КАРКАС" наведено обрані тестові завдання для якісного оцінювання рівня знань студента, його навичок і ступеня зрілості професійного мислення предметної області "Інформатика".

Питання має таку структуру:

назва питання (атрибут):

- для української мови ключове слово "Питання";
- для російської мови ключове слово "Вопрос".

Назва питання починається з ключового слова, а далі може йти довільний текст.

Текст питання набирається побажанням користувача або копіюються з буфера обміну.

Відповідь набирається у вікні, що розташоване нижче вікна відповіді.

В одному рядку відповіді може бути до 255 символів. Кількість відповідей на одне питання може бути до 99.

Текст відповіді набирається в першому стовпці.

Кожна відповідь забезпечується коефіцієнтами впевненості:

Cf1 – призначений для ідентифікації відповіді (правильна відповідь позначається 1, неправильна відповідь позначається 0);

Cf2 – призначений для ідентифікації складності відповіді (значення  $Cf2 > 0$  означає збільшення складності відповіді під час його істинності, а  $Cf2 < 0$  означає зменшення складності відповіді під час його хибності).

Коефіцієнти впливають на оцінки по тесту (рис. 1.4).

Кожну відповідь можна забезпечити зображенням (формат BMP – редагується і за допомогою різнокольорових дисків на рисунку позначаються відповіді).

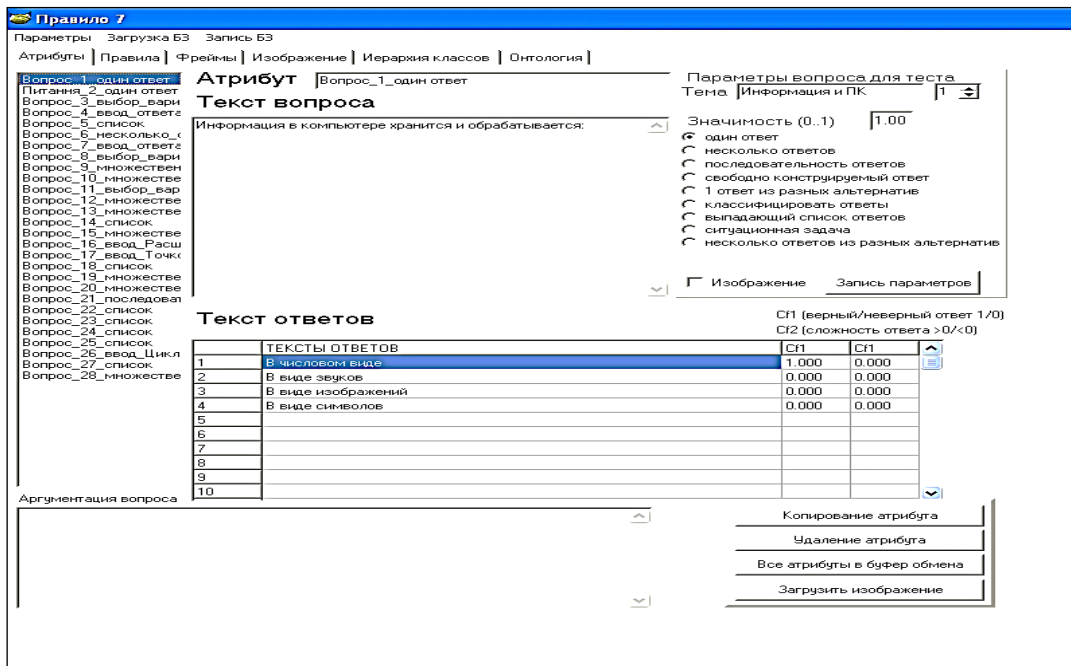


Рис. 1.4. Загальний вигляд редактора БЗ

Типи відповідей на питання:

0 – з однією правильною відповіддю;

1 – з безліччю правильних відповідей;

2 – урахується послідовність розташування відповідей;

3 – вільно-конструйована відповідь (користувач вводить відповідь із клавіатури);

4 – вибір варіантів відповідей (користувачеві пропонується декілька стовпців відповідей і він повинен вибрати по одній правильній відповіді з кожного стовпця). Оцінка виставляється залежно від обраних правильних варіантів відповідей;

5 – класифікувати відповіді (користувачеві пропонується відповіді віднести до двох класів);

6 – список відповідей (користувачеві пропонується вибрати з випадючого списку варіанти відповідей);

7 – ситуаційна задача (під час вибору правильної відповіді задається уточнююче питання щодо обраної відповіді);

8 – кілька відповідей з різних альтернатив (користувачеві пропонується декілька стовпців відповідей, і він може вибрати кілька правильних відповідей з кожного стовпця). Оцінка виставляється залежно від обраних правильних варіантів відповідей.

Під час вибору опції "параметри – значущість питання і види відповідей" в правому вікні редактора з'являється панель з параметрами питання:



- тема (вводиться назва теми питання і вказується номер теми);
- значущість питання – це дійсне число визначає цінність питання щодо всіх інших у діапазоні від 0 до 1. Значущість питання бере участь в обчисленнях експертної оцінки.

- радіо-кнопки дозволяють вибрати вид відповіді;
- чек-бокс показує наявність зображення;
- кнопка "запис параметрів" призначена для збереження параметрів питання.

Зразок тесту з різними видами запитань і відповідей називається Template.knb.

Питання з однією правильною відповіддю.

На рис. 1.5 наведено скріншот питання з однією правильною відповіддю.

Тема: Інформація і ПК.

Номер теми: 1.

Значущість питання: 1.

Одна відповідь.

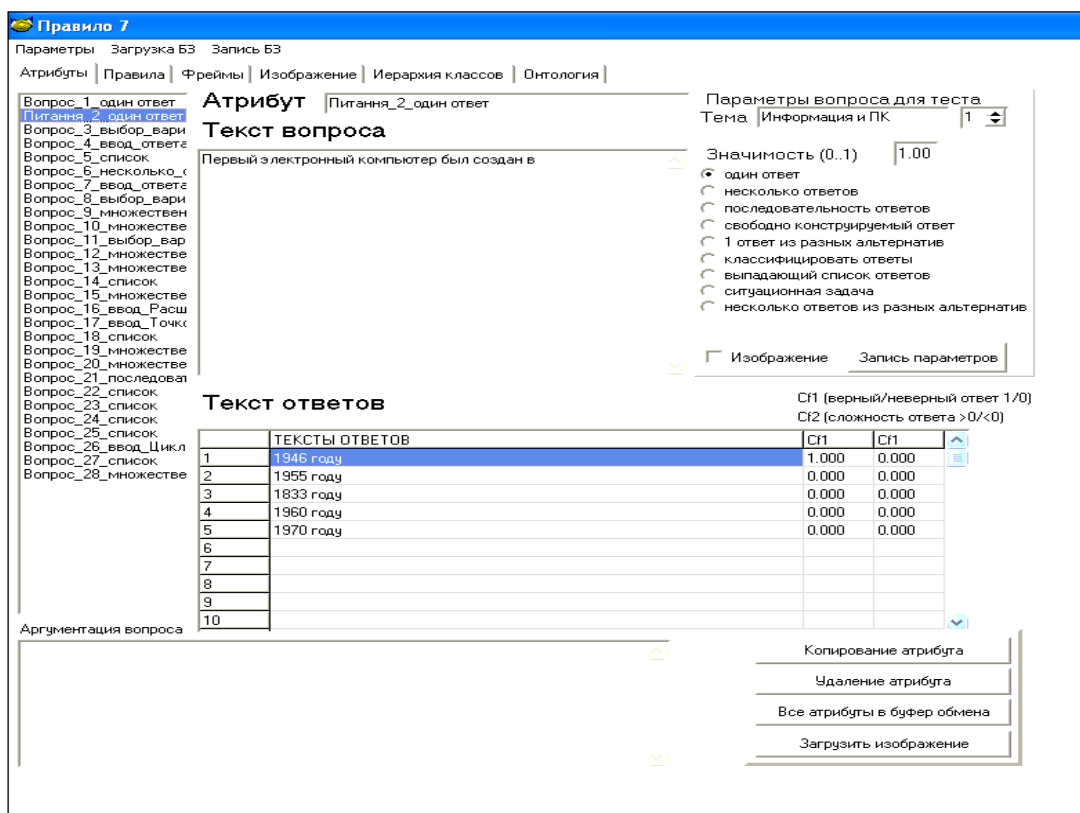


Рис. 1.5. Питання з однією правильною відповіддю

У режимі тестування вид питання без пояснення наведено на рис. 1.6.

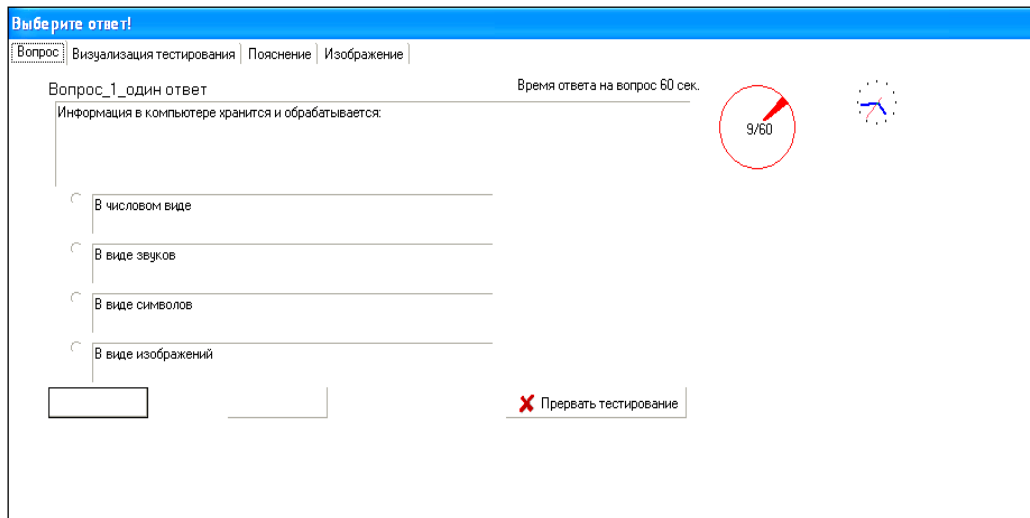


Рис. 1.6. Питання з однією правильною відповіддю без пояснення

У режимі тестування вид питання з поясненням наведено на рис. 1.7.

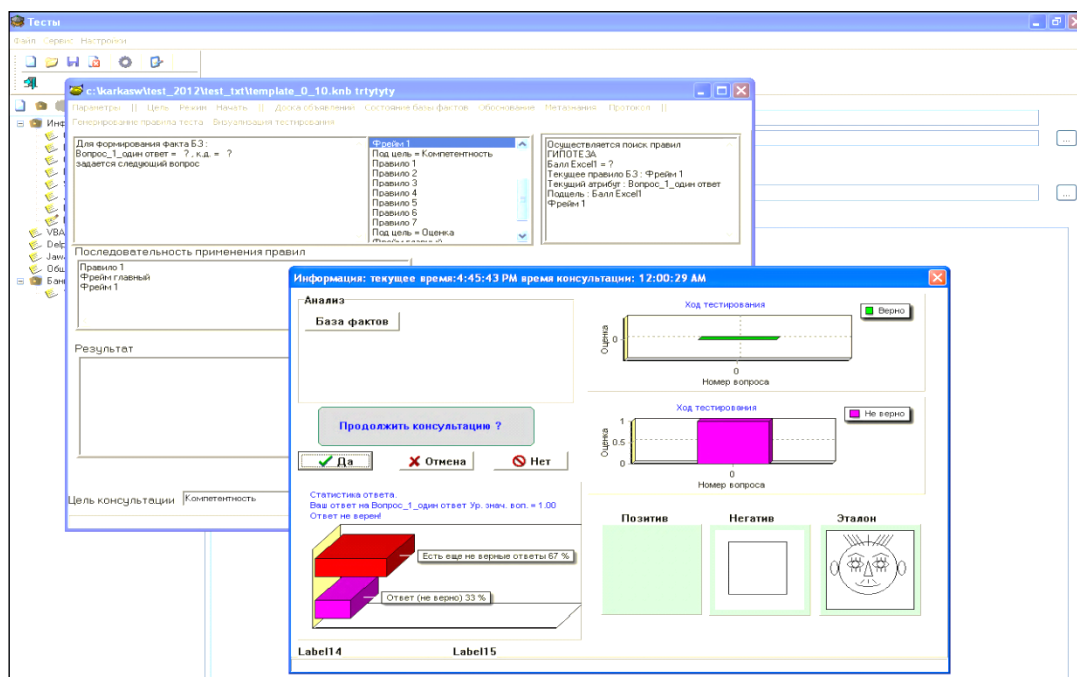


Рис. 1.7. Питання з однією правильною відповіддю з поясненням

Питання з декількома правильними відповідями.

На рис. 1.8, 1.9 показані скріншоти питання з декількома правильними відповідями.

Тема: Інформація і ПК.

Номер теми: 1.

Значущість питання: 1.

Кілька відповідей. Кількість відповідей дорівнює 19. Тому наводяться два скріншоти.

**Правило 7**

Параметры Загрузка БЗ Запись БЗ

Атрибуты | Правила | Фреймы | Изображение | Иерархия классов | Онтология

Вопрос\_1\_один\_ответ  
Вопрос\_2\_один\_ответ  
Вопрос\_3\_выбор\_вари  
Вопрос\_4\_ввод\_ответа  
Вопрос\_5\_список  
**Вопрос\_6\_несколько\_ответов**  
Вопрос\_7\_ввод\_ответа  
Вопрос\_8\_выбор\_вари  
Вопрос\_9\_множестве  
Вопрос\_10\_множестве  
Вопрос\_11\_выбор\_вар  
Вопрос\_12\_множестве  
Вопрос\_13\_множестве  
Вопрос\_14\_список  
Вопрос\_15\_множестве  
Вопрос\_16\_ввод\_Расш  
Вопрос\_17\_ввод\_Точк  
Вопрос\_18\_список  
Вопрос\_19\_множестве  
Вопрос\_20\_множестве  
Вопрос\_21\_последова  
Вопрос\_22\_список  
Вопрос\_23\_список  
Вопрос\_24\_список  
Вопрос\_25\_список  
Вопрос\_26\_ввод\_Цикл  
Вопрос\_27\_список  
Вопрос\_28\_множестве

**Атрибут** Вопрос\_6\_несколько\_ответов

**Текст вопроса**

Выберите в приведенном списке термины, использующиеся как названия различных типов процессоров:

**Параметры вопроса для теста**

Тема Информация и ПК 1

Значимость (0..1) 1.00

один ответ  
 несколько ответов  
 последовательность ответов  
 свободно конструируемый ответ  
 1 ответ из разных альтернатив  
 классифицировать ответы  
 выпадающий список ответов  
 ситуационная задача  
 несколько ответов из разных альтернатив

Изображение  Запись параметров

**Текст ответов**

С11 (верный/неверный ответ 1/0)  
С12 (сложность ответа >0/<0)

	ТЕКСТЫ ОТВЕТОВ	С11	С12
1	486	1.000	10.000
2	Pentium	1.000	0.000
3	Winchip	1.000	0.000
4	Celeron	1.000	0.000
5	Itanium	1.000	0.000
6	Duron	1.000	0.000
7	Athlon	1.000	0.000
8	Opteron	1.000	0.000
9	Sempron	1.000	0.000
10	Ultra Sparc	1.000	0.000

Аргументация вопроса

Копирование атрибута  
Удаление атрибута  
Все атрибуты в буфер обмена  
Загрузить изображение

Рис. 1.8. Питання з кількома правильними відповідями (перша частина)

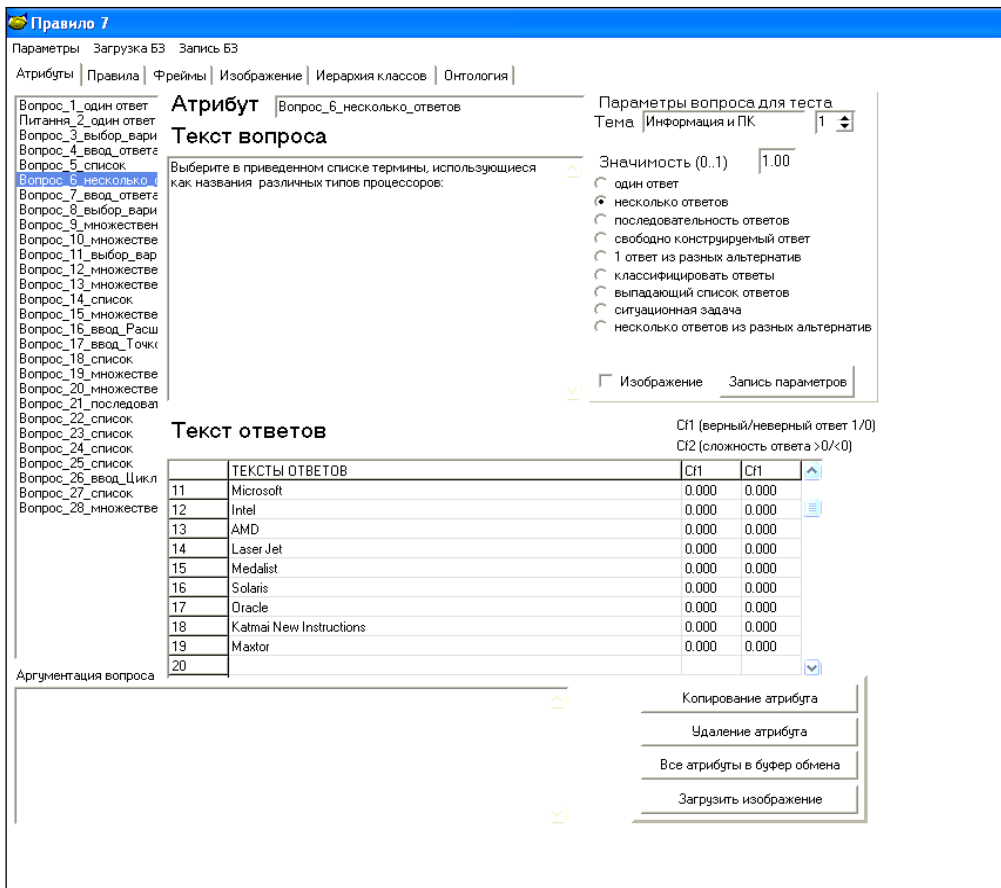


Рис. 1.9. Питання з кількома правильними відповідями (друга частина)

У разі, коли відповідей на питання менше або дорівнює 10, то під час тестування питання має такий вигляд (рис. 1.10).

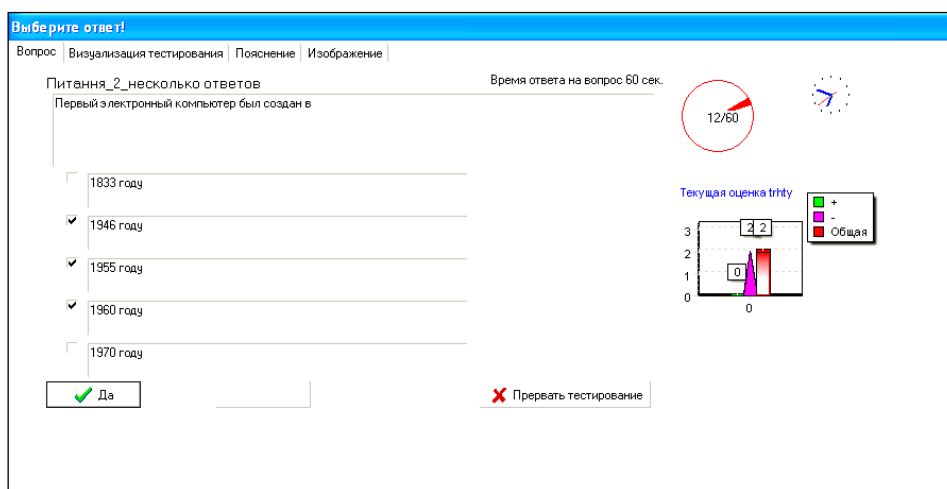


Рис. 1.10. Питання з кількома правильними відповідями (відповідей < 10)

У разі, коли відповідей на питання більше 10, то під час тестування відповіді містяться в списку (рис. 1.11).

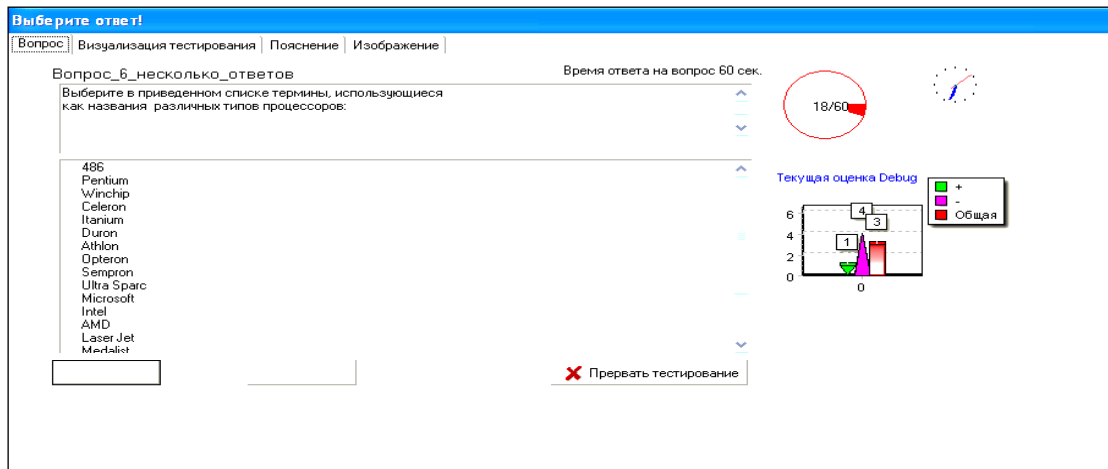


Рис. 1.11. Питання з кількома правильними відповідями у вигляді списку

Питання з послідовністю відповідей.

Питання дозволяє користувачеві розставити відповіді в певній послідовності, наприклад, за зростанням або спаданням або за якимось іншим законом (рис. 1.12).

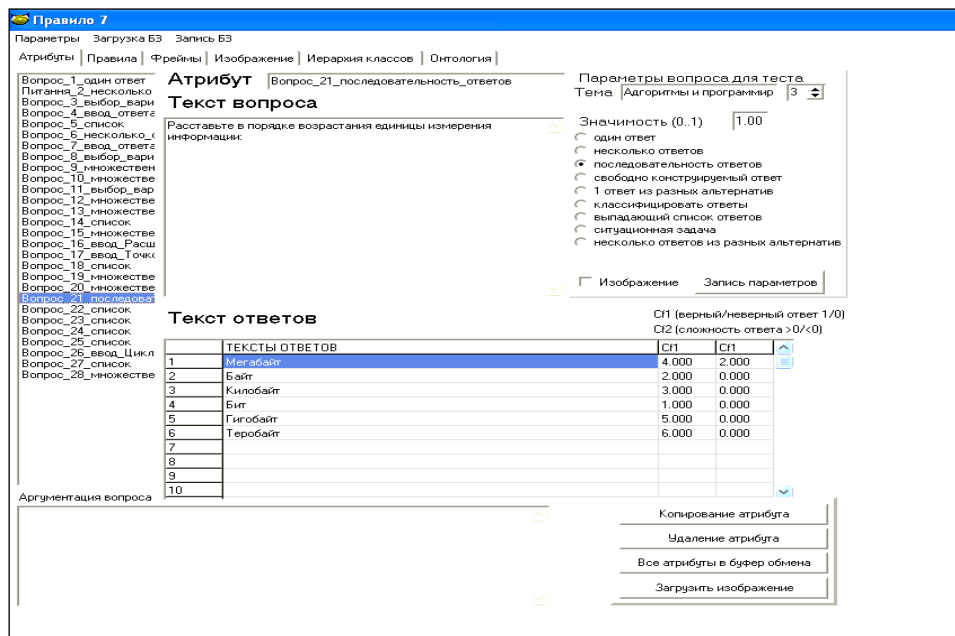


Рис. 1.12. Питання з вибором послідовності відповідей

На рис. 1.12 вибрано тип питання з послідовність відповідей.

Послідовність відповідей проставляється у стовпці Cf2. Крім того, в стовпці Cf2 виставлений бал 2, що визначає складність відповіді. Якщо бал дорівнює 2, то складність відповіді зменшується. За замовчуванням Cf2 = 0. На рис. 1.13 це питання наведене в режимі тестування.

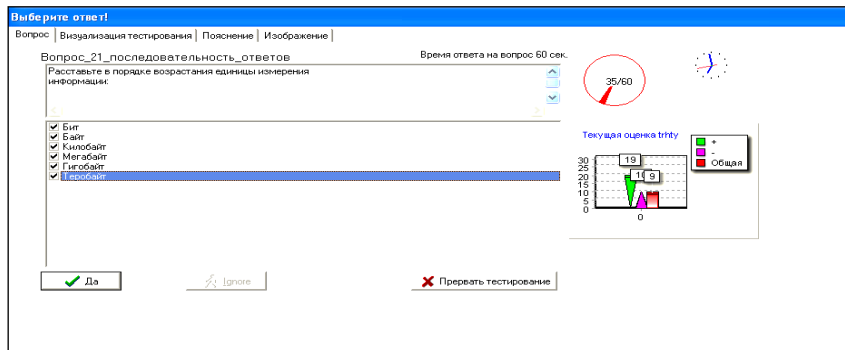


Рис. 1.13. Питання з вибором послідовності відповідей (тестування)

Питання з вільно-конструйованою відповіддю.

Користувач вводить відповідь із клавіатури в модальне вікно. В редакторі БЗ у першому рядку відповідей вводиться ключове слово "Введення", а далі варіанти можливих відповідей. Слід нагадати, що правильна відповідь зазначається у другому стовпці одиницею (Cf1 = 1), а неправильна відповідь відповідно нулем (Cf1 = 0). Можна збільшити або зменшити складність відповіді (Cf2 >0 або Cf2 <0) (рис. 1.14).

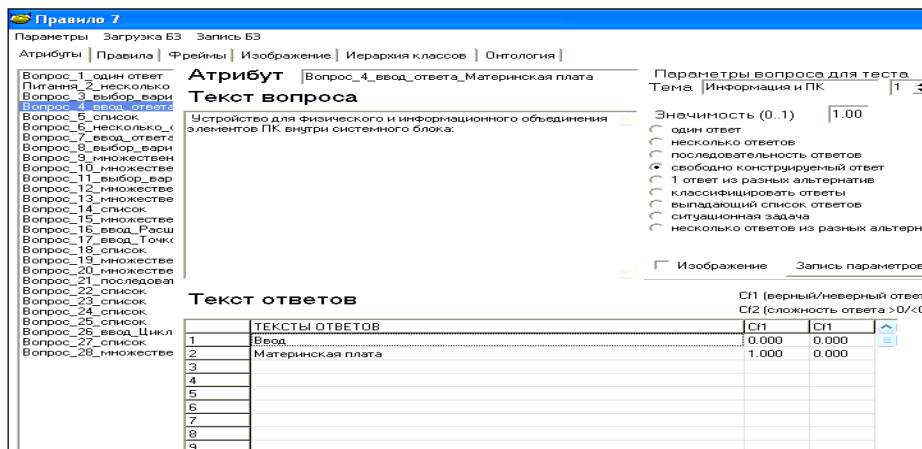


Рис. 1.14. Питання з вільно-конструйованою відповіддю

У режимі тестування питання з вільно-конструйованою відповіддю наведено на рис. 1.15.

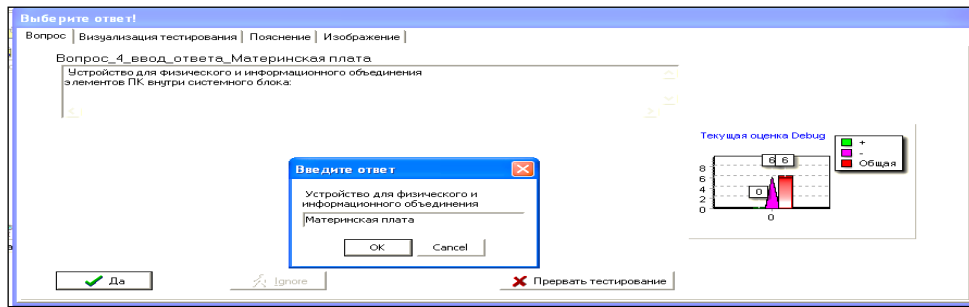


Рис. 1.15. Питання з вільно-конструйованою відповіддю (тестування)

Питання з вибором альтернатив з декількох варіантів із можливістю вказати тільки одну відповідь.

Це питання надає можливість розташувати відповіді у декількох стовпцях і користувач може вибрати по одній відповіді з них. Причому кількість варіантів відповідей може бути обмежена лише кількістю рядків у таблиці відповідей.

Кожен стовець відповідей закінчується ключовим спеціальним знаком  $\wedge$  (рис. 1.16). Це два поспіль введені символи / і \.

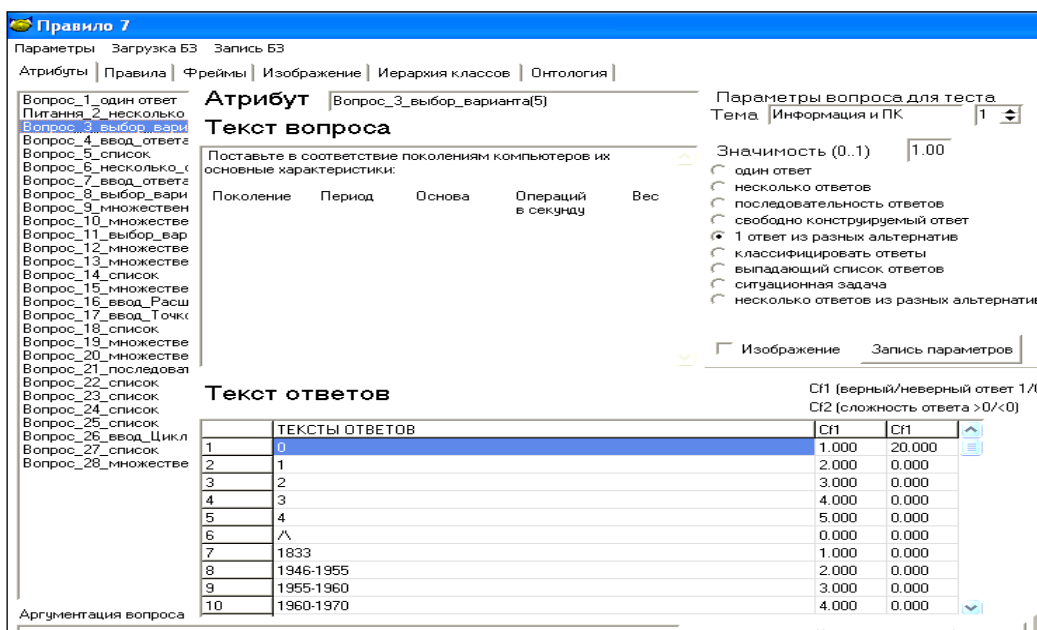


Рис. 1.16. Питання з вибором альтернатив (редагування)





Кожен стовпець відповідей має свою нумерацію, яка починається з одиниці і вводиться в другий стовпець таблиці відповідей (Cf1). На рис. 1.17 округленим прямокутником обведено стовпець, у якому зазначено нумерацію відповідей для третього стовпця. На рис. 1.19 наведений список варіантів альтернатив відповідей. Кожен варіант починається із символів \$\$ і закінчується одним символом \$. Між ними записуються номери правильних відповідей по одному з кожного стовпця через кому, наприклад, \$\$1,1,1,1,1\$ (у варіанті зазначено, що слід вибрати перші відповіді у стовпцях).

**Правило 7**  
 Параметры | Загрузка БЗ | Запись БЗ  
 Атрибуты | Правила | Фреймы | Изображение | Иерархия классов | Онтология

**Атрибут** Вопрос\_3\_выбор\_варианта(5)  
**Текст вопроса** Поставьте в соответствие поколениям компьютеров их основные характеристики.

**Параметры вопроса для теста**  
 Тема Информация и ПК | 1  
 Значимость (0..1) 1.00  
 один ответ  
 несколько ответов  
 последовательность ответов  
 свободно конструируемый ответ  
 1 ответ из разных альтернатив  
 классифицировать ответы  
 выпадающий список ответов  
 ситуационная задача  
 несколько ответов из разных альтернатив

**Текст ответов**

	ТЕКСТЫ ОТВЕТОВ	Cf1	Cf1
31	\$\$2,2,2,2,2\$	0.000	0.000
32	\$\$3,3,3,3,3\$	0.000	0.000
33	\$\$4,4,4,4,3\$	0.000	0.000
34	\$\$5,5,5,5,4\$	0.000	0.000
35			
36			
37			
38			
39			
40			

Сf1 (верный/неверный ответ 1/0)  
 Сf2 (сложность ответа >0/<0)

**Рис. 1.19. Продовження питання з вибором альтернатив (редагування)**

Максимальне число стовпців відповідей дорівнює 5. На рис. 1.20 розглянуті питання наведені в режимі тестування.

Питання з класифікацією відповідей.

Питання вимагає від користувача вирішити просту задачу класифікації, яка полягає в тому, що подані відповіді потрібно розподілити між двома класами.

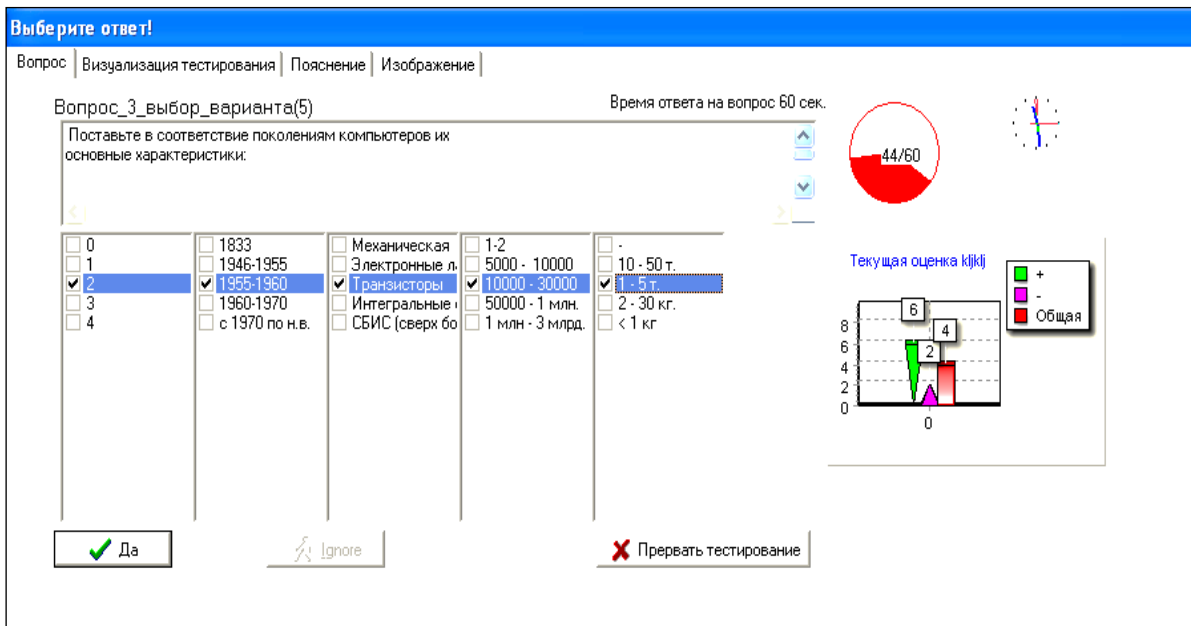


Рис. 1.20. Питання з вибором альтернатив (тестування)

Приналежність до кожного класу задається в стовпцях таблиці відповідей: третій стовпець (Cf1) – це клас 1, а (Cf2) – це клас 2. Значення 1 означає, що відповідь належить класу, а 0 – не належить (рис. 1.21, 1.22).

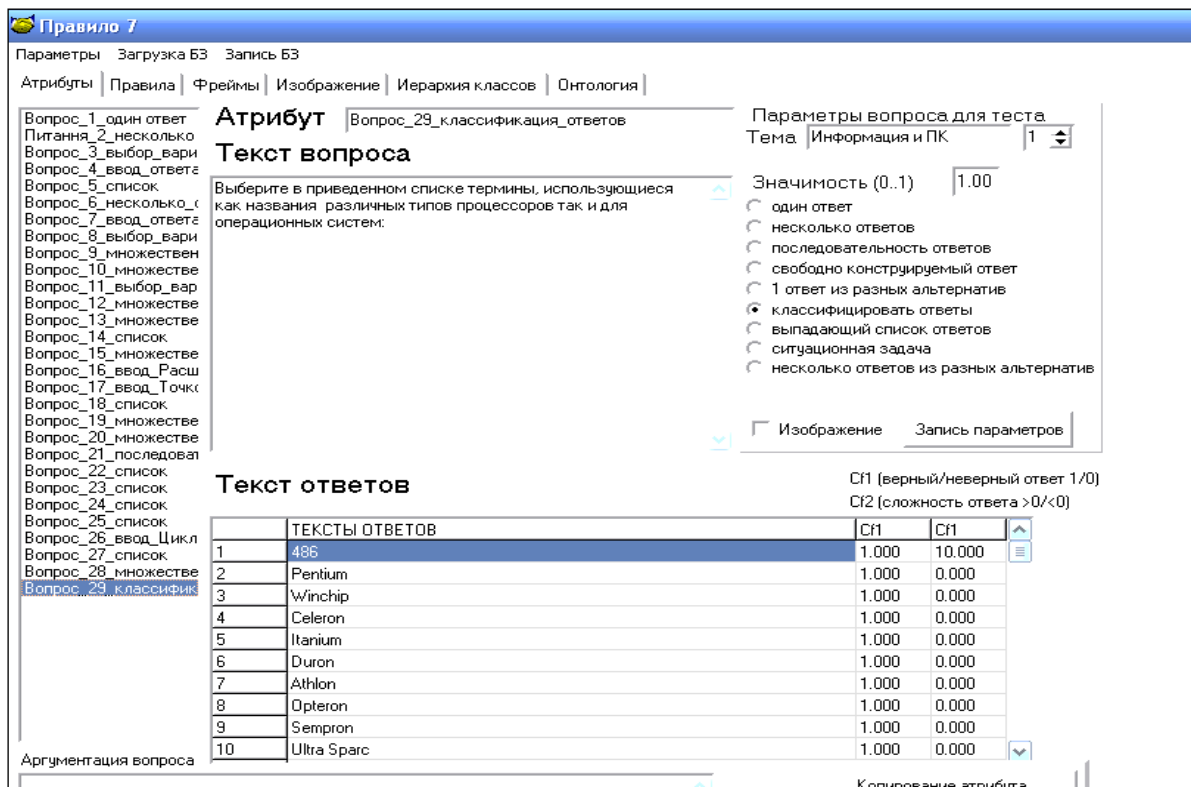


Рис. 1.21. Питання з класифікацією відповідей (редагування)

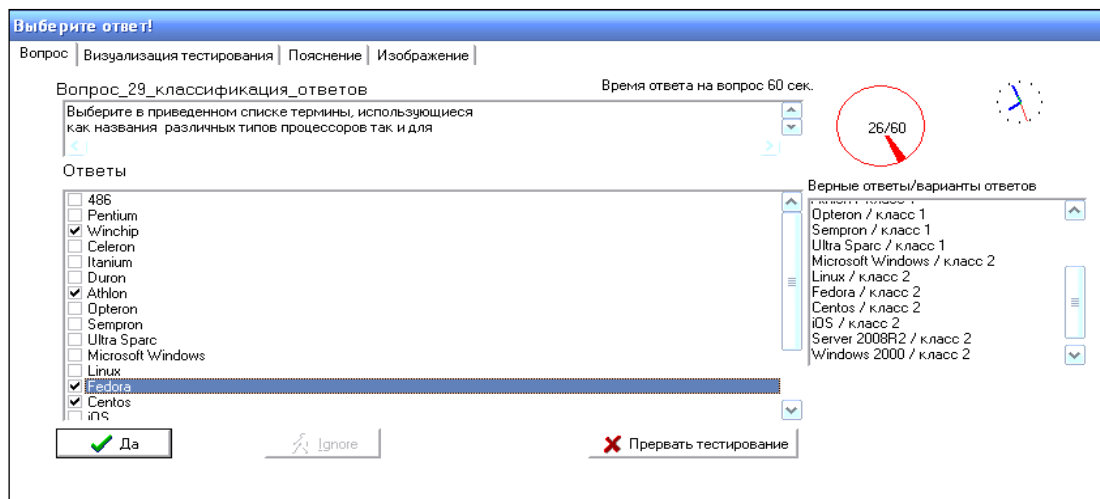


Рис. 1.22. Питання з класифікацією відповідей (тестування)

Питання з випаданим списком відповідей.

У тексті питання за допомогою двох спеціальних символів: < i > указується місце, де повинен розташовуватися випаданий список відповідей (рис. 1.23). У рядках тексту питання можна розташувати кілька випаданих списків (за замовчуванням число списків <=10). Кожен список відповідей закінчується парою символів < i >. Правильні відповіді позначаються 1 у стовпці Cf1, складність відповіді відповідно в Cf2. Кількість списків відповідей повинна збігатися з кількістю пар символів < i > в тексті питання. Округленим прямокутником виділені основні ключові символи питання.

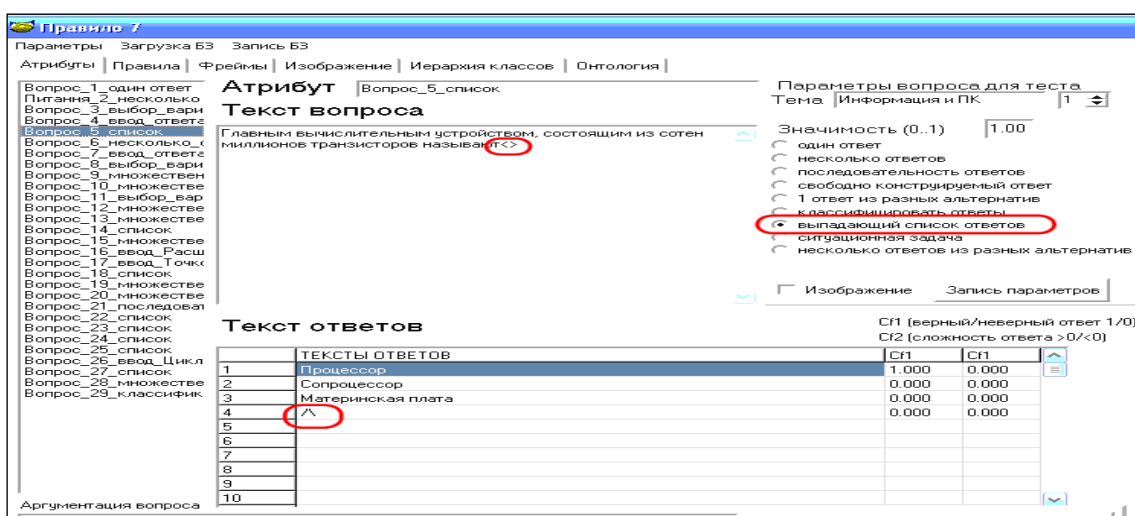


Рис. 1.23. Питання з випаданим списком відповідей (редагування)

Парсинг ключових символів здійснюється під час тестування. В режимі тестування таке питання виглядає наступним чином (рис. 1.24) на якому наведено тільки один випадаючий список.

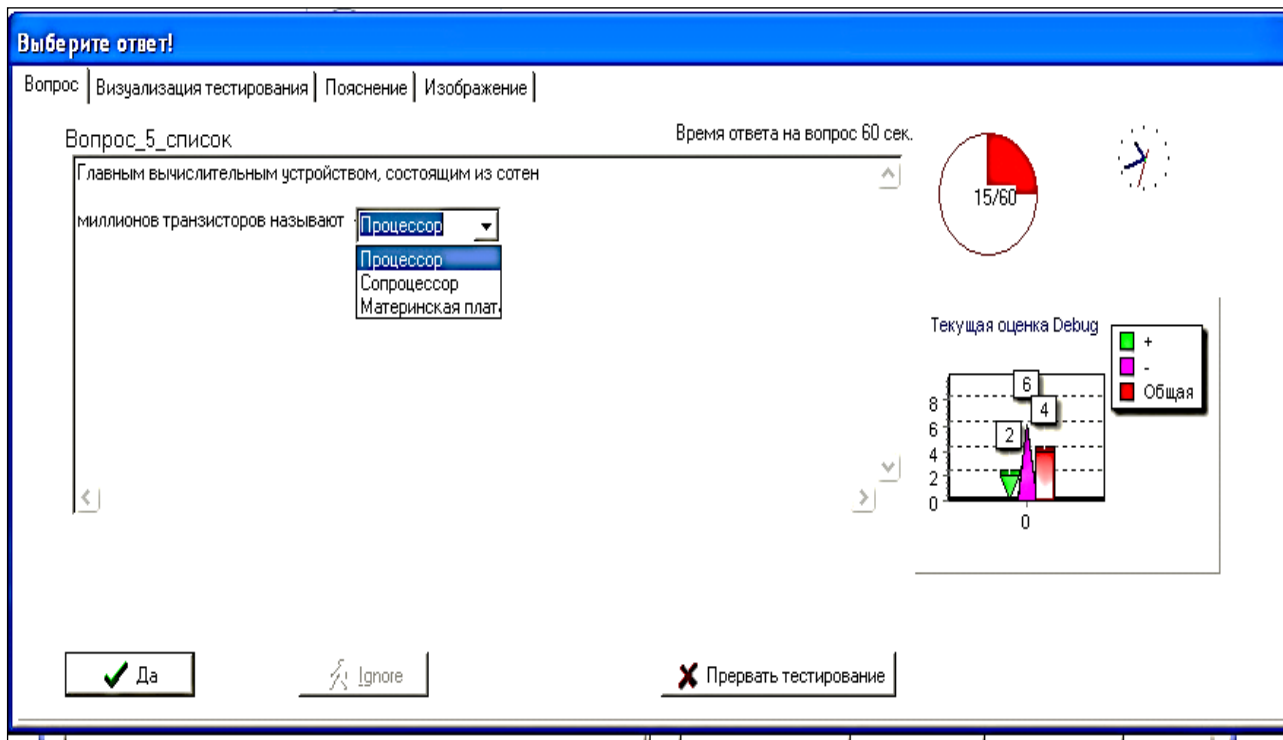


Рис. 1.24. Питання з випадаючим списком відповідей (тестування)

У режимі тестування можна скористатися клавішею F1 для підказки правильної відповіді. Підказка вмикається за допомогою панелі параметрів тестування.

Питання з ситуаційним завданням.

Ситуаційне завдання є питанням, яке пов'язане з уточнюючим запитанням за змістом завдання. Уточнююче питання слугує для того, щоб визначити, вгадав користувач відповідь або випадково вказав правильну відповідь. Для побудови ситуаційного завдання в структуру БЗ вводяться додаткові правила (рис. 1.25). Для ілюстрації наведено приклад із медичної предметної області (патфізіологія).

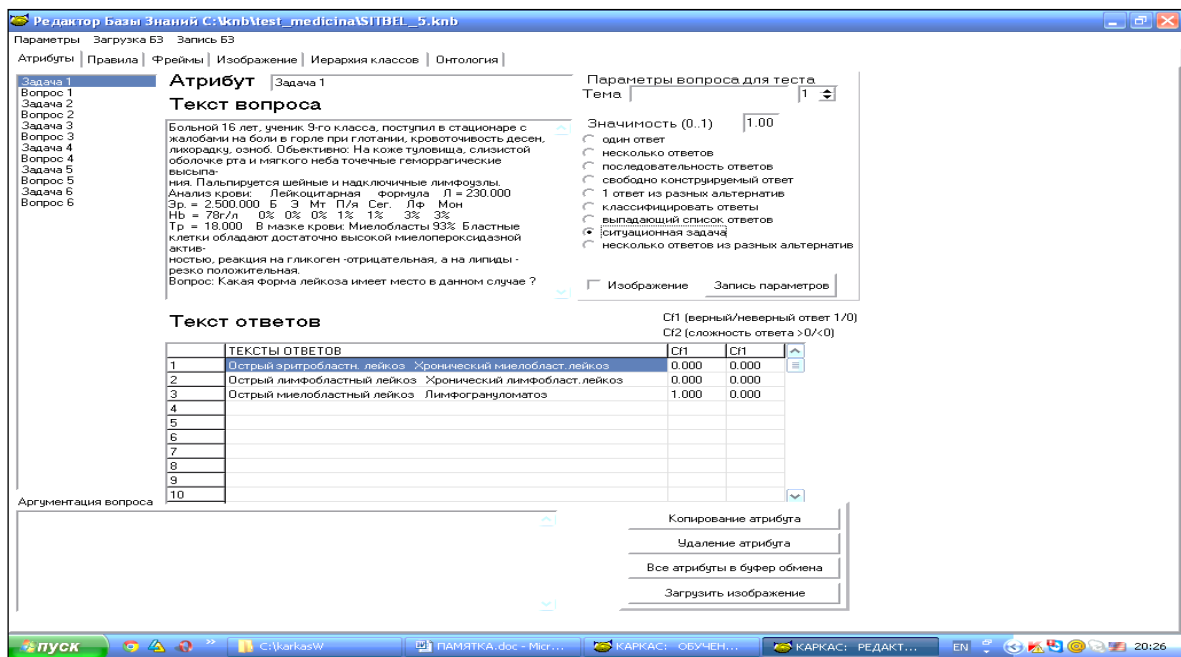


Рис. 1.25. Питання з ситуаційного завдання (редагування)

Уточнююче питання має такий вигляд (рис. 1.26).

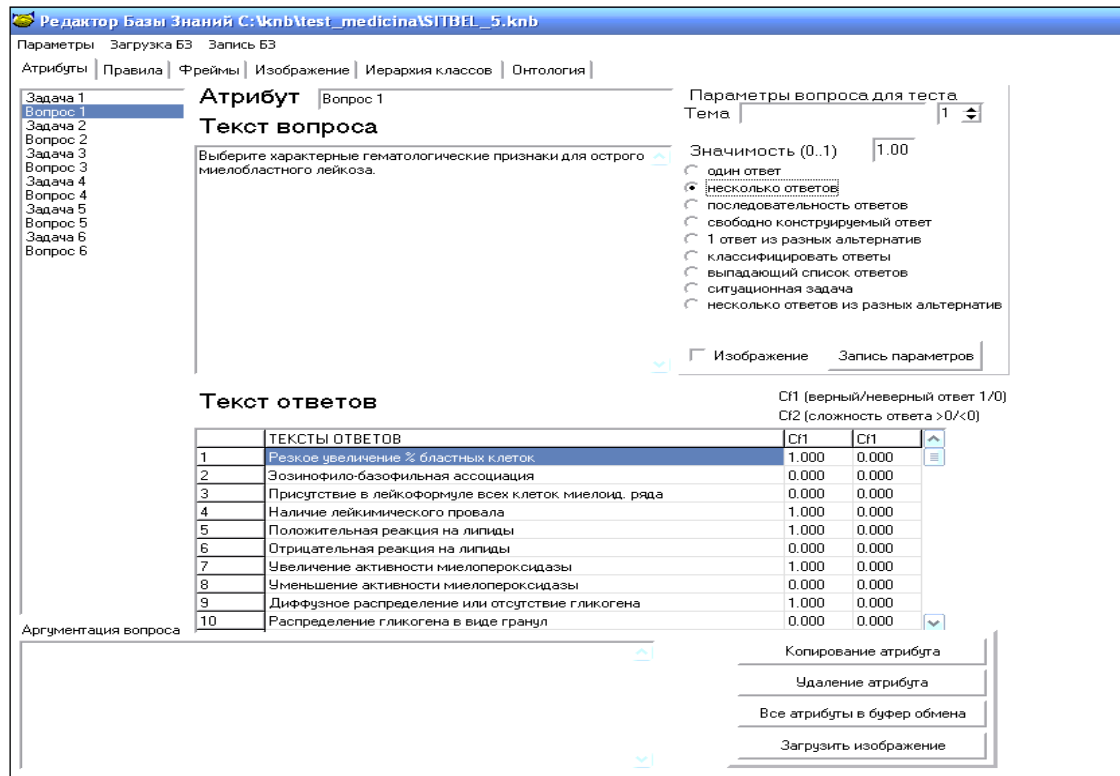


Рис. 1.26. Уточнююче питання з ситуаційного завдання (редагування)

На рис. 1.27 наведено вигляд ситуаційного завдання під час тестування.

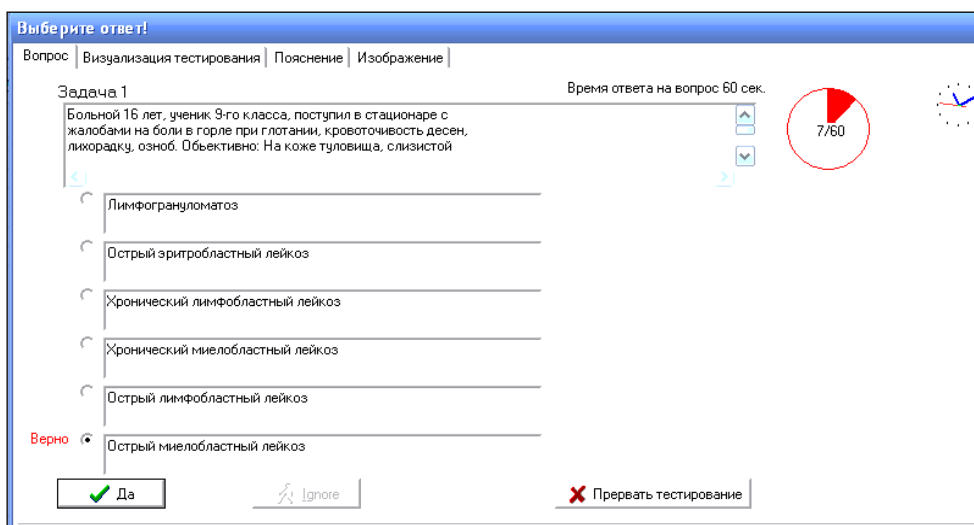


Рис. 1.27. Питання з ситуаційного завдання (тестування)

На рис. 1.28 наведено вигляд уточнюючого питання для ситуаційного завдання під час тестування.

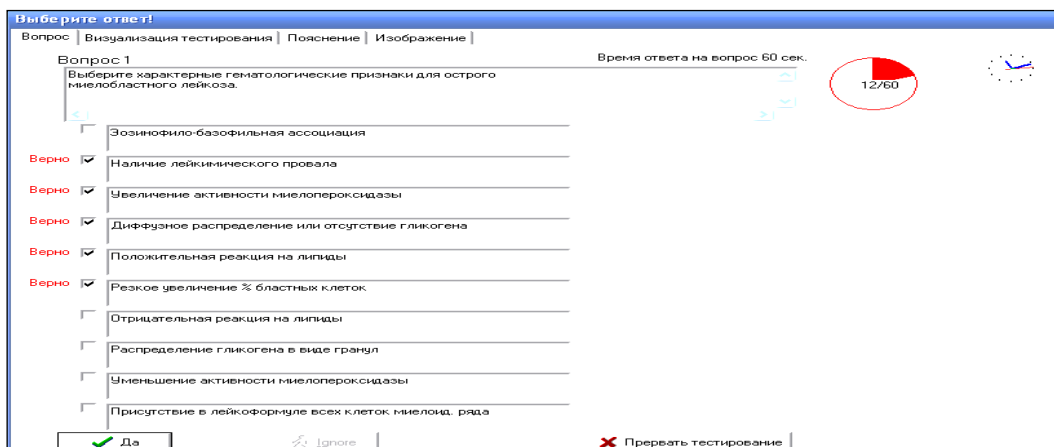


Рис. 1.28. Уточнююче питання для ситуаційного завдання (тестування)

Питання з вибором альтернатив із декількох варіантів дає можливість вказати кілька відповідей.

Це питання надає можливість розташувати відповіді в декількох стовпцях і користувач може вибрати кілька відповідей з них. Причому

кількість варіантів відповідей може бути обмежена лише кількістю рядків у таблиці відповідей.

Кожен стовець відповідей закінчується ключовим спеціальним знаком  $\wedge$  (рис. 1.29). Це два поспіль введені символи / і \.

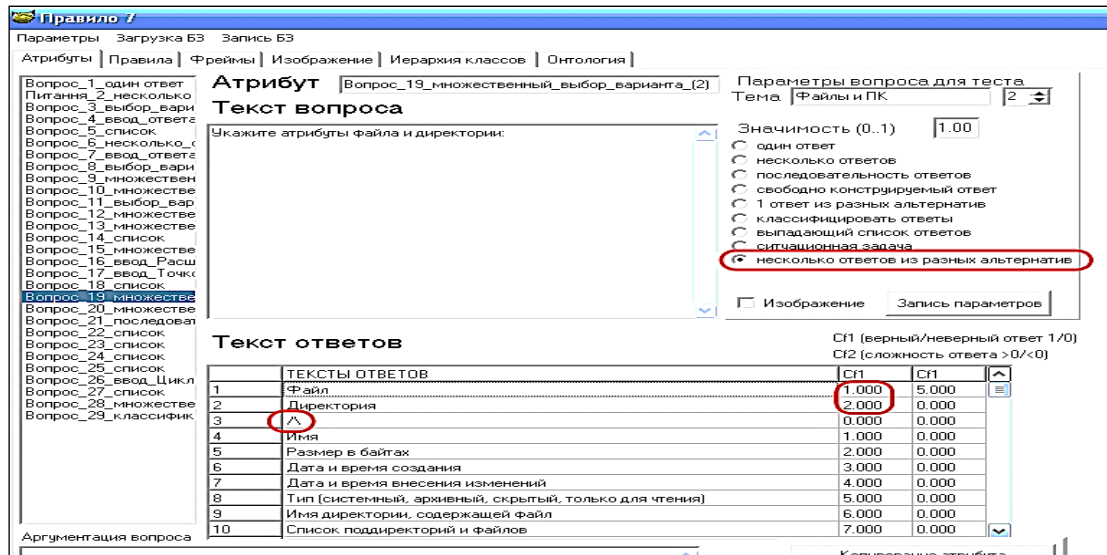


Рис. 1.29. Питання з вибором альтернативи із кількох відповідей (редагування)

На рис. 1.30 наведено варіанти альтернатив (обведені округленим прямокутником).

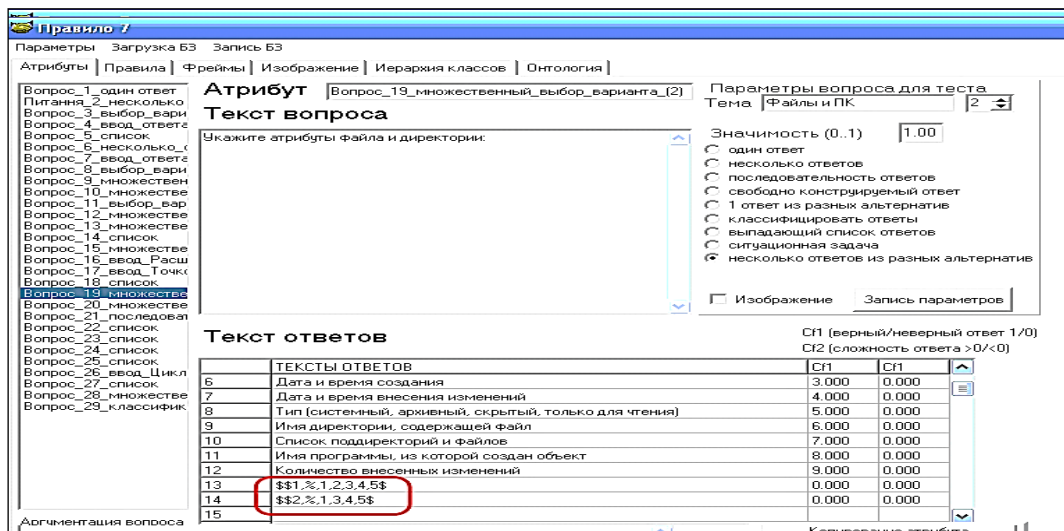


Рис. 1.30. Варіанти альтернатив із декількома відповідями (редагування)

Наведений приклад питання має 2 стовпці. Кожен стовпець відповідей має свою нумерацію, яка починається з одиниці і вводиться в другий стовпець таблиці відповідей (Cf1). На рис. 1.30 округленим прямокутником обведено стовпець, у якому зазначена нумерація відповідей для першого стовпця. На рис. 1.30 наведено список варіантів альтернатив відповідей.

Кожен варіант починається із символів \$\$ і закінчується одним символом \$. Між ними записуються номери правильних відповідей за кілька з кожного стовпчика через кому.

Відповіді стовпців відокремлюються один від одного символом %. Наприклад, \$\$1,%1,2,3,4,5\$ (у варіанті зазначено, що слід обрати першу відповідь у першому стовпці і відповіді 1,2,3,4,5 у другому стовпці).

На рис. 1.31 розглянуто питання подання в режимі тестування.

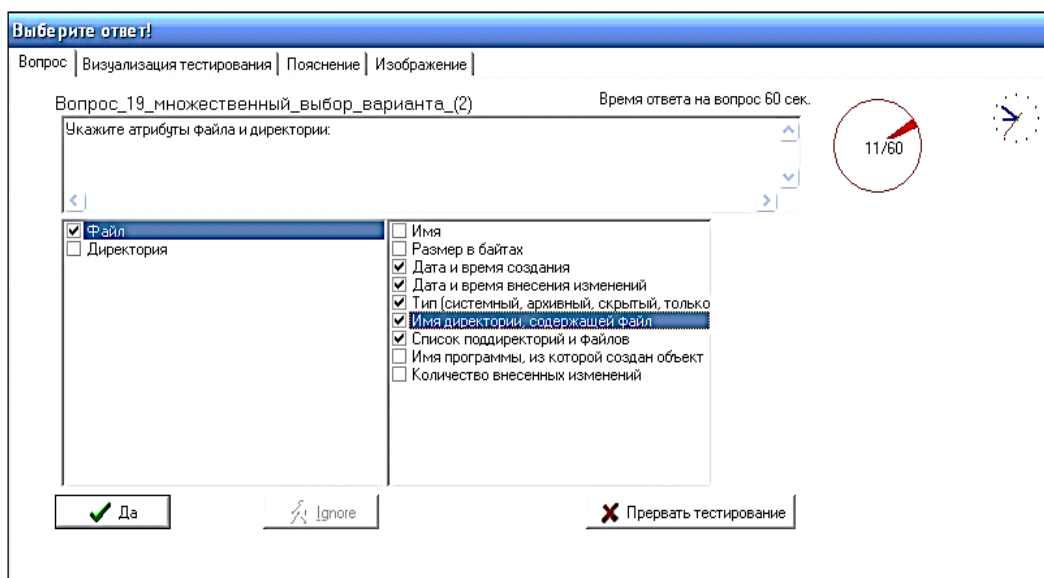


Рис. 1.31. Альтернатива з декількома відповідями (тестування)

Для визначення інтелектуальної компетентності з початкової дисципліни "Інформатика" в системі "КАРКАС" розроблено ряд тестів, їх інформаційна статистика наведена в табл. 1.2.

Формуючи інтелектуальну компетентність студентів на заняттях з інформатики, викладач підвищує якість освіти з навчальної дисципліни, а саме: якість побудови лабораторного заняття і лекції; якість і збільшення обсягу вивченого матеріалу; якість отриманих студентами знань.



**Список тестів із навчальної дисципліни "Інформатика"**

Тема	Кількість питань	Типи питань									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Загальні питання з інформатики	150	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Word	160	+	+			+					
Excel	300	+	+	+			+				
Access	250	+	+		+		+		+		
Delphi	200	+	+	+							
PHP	300	+	+	+	+						
MySQL	280	+	+	+							
Штучний інтелект	300	+	+	+		+	+				

Запропонована концепція інтелектуальної компетентності реалізована на базі ієрархічної функціональної системи "КАРКАС".

Для підготовки студентів до успішного життя в інформаційному суспільстві ВНЗ повинен формувати у студентів вміння, що становлять інтелектуальну компетентність. Необхідно зробити акцент на формування цих вмінь відповідно до вимог інформаційного суспільства, в якому більша частина інформації подана в електронному вигляді. Для цього викладач повинен бути налаштований на формування цієї компетентності. Тому необхідно використовувати активні методи навчання і змінити дидактичні цілі типових завдань, які зазвичай даються студентам.

Запропонований метод здатний сформувати у студента досвід творчої діяльності; виробити стійкі інтереси, постійну потребу у творчих пошуках.

Навчання реалізується шляхом виконання лабораторних робіт. У ході цього важлива не тільки кількісна різноманітність лабораторних робіт, але і набір певних лабораторних робіт, сконструйованих для формування компетентностей, що забезпечують міцність і свідомість засвоєння знань.

## Розділ 2. Розробка математичних моделей визначення компетентностей для навчальної дисципліни

Інформаційні технології є основою визначення компетентностей, які використовуються для одержання повної й достовірної інформації про процес набуття студентами тих чи інших знань під час обробки дискретних інформаційних потоків у системі. Інформаційна технологія розробляється на основі вимог до процесу контролю, вибору й обґрунтуванню критеріїв ефективності функціонування інформаційної системи, розробки способів обміну інформацією, моделей і методів обробки інформації, багатофакторного оцінювання ефективності функціонування підсистеми контролю.

### 2.1. Обґрунтування вимог до вибору необхідних компетентностей

#### 2.1.1. Формалізація процесів формування інформаційних потоків

Для визначення вимог до підсистеми контролю процесами формування дискретних інформаційних потоків слід більш докладно розглянути сам процес формування цих потоків.

У загальному випадку на вхід підсистеми контролю  $T_n$  надходить дискретний вхідний інформаційний потік  $I_{ВХ} \left( \leftarrow \right)$ , а в результаті перетворення формується дискретний вихідний інформаційний потік  $I_{Вих} \left( \leftarrow \right)$ . Перетворення здійснюється відповідно до функції  $F_n : I_{ВХ} \left( \leftarrow \right) \rightarrow I_{Вих} \left( \leftarrow \right)$ .

Вхідний  $I_{ВХ} \left( \leftarrow \right)$  і вихідний  $I_{Вих} \left( \leftarrow \right)$  інформаційні потоки є дискретними, тому що складаються з неподільних об'єктів  $Об_{v\eta}$   $v$ -го вигляду й  $\eta$ -го типу оцінки. Наприклад: оцінки поточного контролю, модульний контроль, диференційні заліки, оцінки за курсові роботи, підсумкова атестація. Кожний об'єкт  $Об_{v\eta}$  направляється конкретному  $q$ -му засобу обробки й описується множиною характеристик вигляду:

$$Об_{v\eta}^q = \langle Нм_{v\eta}, v, \eta, Адр_{v\eta}^e, Адр_{v\eta}^q, Вc_{v\eta}, Ц_{v\eta} \rangle, \quad (2.1)$$

де  $N_{v\eta}$  – номер (унікальний код) об'єкта;

$Адр_{v\eta}^e, Адр_{v\eta}^q$  – адреса  $e$ -го студента й  $q$ -го засобу обробки інформації;

$Вс_{v\eta}, Ц_{v\eta}$  – вага й оцінка об'єкта інформаційного потоку відповідно.

Для організації просування об'єктів  $Об_{v\eta}^q$  інформаційних потоків із використанням транспортної мережі вони поєднуються в пакети  $Пс_i$  з використанням прийнятої в системі технології й направляються в  $i$ -й центр обробки системи. Кожний пакет  $Пс_i$  інформаційного потоку описується множиною характеристик вигляду:

$$Пс_i = \langle N_{m_i}, Вд_i, Адр_i, Адр_i^*, \{Об_{v\eta}^q\} \rangle, \quad (2.2)$$

де  $N_{m_i}$  – номер (унікальний код) пакета;

$Адр_i, Адр_i^*$  – адреси  $i$ -го центра обробки, що відправив пакет  $i^*$ -ої навчальної дисципліни для аналізу,  $i^* = \overline{1, n^*}$ , де  $n^*$  – кількість навчальних дисциплін у навчальному плані;

$Вд_i$  – вид пакета.

Кожний  $q$ -й засіб обробки  $Пл_q$  описується множиною характеристик вигляду:

$$Пл_q = \langle N_{m_q}, Адр_q, Вд_q \rangle, \quad (2.3)$$

де  $N_{m_q}$  – номер (унікальний код)  $q$ -го засобу обробки;

$Адр_q, Вд_q$  – адреса й вид, відповідно,  $q$ -го засобу обробки.

Кожна  $i$ -та навчальна дисципліна  $Zo_i$  описується множиною характеристик вигляду:

$$Zo_i = \langle N_{m_i}, Адр_i, Вд_i \rangle, \quad (2.4)$$

де  $N_{m_i}$  – номер (унікальний код)  $i$ -ої навчальної дисципліни;

$Адр_i, Вд_i$  – адреса й вид, відповідно,  $i$ -го центра обробки.

Вхідний інформаційний потік  $I_{вх}$  ( ), що є навантаженням на систему, структурно може складатися з:

1) множини інформаційних об'єктів  $Об_{v\eta}^q$   $v$ -го вигляду й  $\eta$ -го типу, які повинні бути доставлені конкретному  $q$ -му засобу обробки:

$$I_{вх_0}(t) = \{ Об_{v\eta}^q \}; \quad (v = \overline{1, \kappa}; \eta = \overline{1, \psi}; q = \overline{1, g}); \quad (2.5)$$

2) множини об'єктів  $Об_{v\eta}^q$   $v$ -го вигляду й  $\eta$ -го типу, об'єднані в пакети  $Пс_q$ , що повинен бути доставлений кінцевому  $q$ -му засобу обробки:

$$I_{вх_n}(t) = \{ Пс_q \}; \quad (q = \overline{1, g}); \quad (2.6)$$

$$Пс_q = \{ Об_{v\eta}^q \}; \quad (v = \overline{1, \kappa}; \eta = \overline{1, \psi});$$

3) множини, що є об'єднанням множини об'єктів  $Об_{v\eta}^q$ , що належать  $q$ -му засобу обробки, і множини об'єктів  $Об_{v\eta}^q$ , об'єднаних в пакети  $Пс_q$ , що повинні бути доставлені кінцевому  $q$ -му засобу обробки:

$$I_{вх}(t) = \{ Об_{v\eta}^q \} \cup \{ Пс_q \}; \quad (v = \overline{1, \kappa}; \eta = \overline{1, \psi}; q = \overline{1, g}); \quad (2.7)$$

Вхідний інформаційний потік  $I_{вх}(t)$  є функцією часу й, як показали дослідження [5; 65 – 67], має велику динаміку. У такому разі спостерігається нерівномірність навантаження  $I_{вх}(t)$  за днями тижня, місяця, року. Коливання навантаження можуть мати різний характер і різні причини.

Вихідний інформаційний потік системи  $I_{вих}(t)$  є множиною об'єктів  $Об_{v\eta}^q$ , пакетів  $Пс_q$  або їхньої сукупності на адресу  $q$ -го засобу обробки. У такому разі кожний з пакетів  $Пс_q$  є множиною інформаційних об'єктів  $Об_{v\eta}^q$  на адресу  $q$ -го засобу обробки:

$$I_{вих}(t) = \{ Об_{v\eta}^q \} \cup \{ Пс_q \}; \quad (2.8)$$

$$Пс_q = \{ Об_{v\eta}^q \}; \quad (v = \overline{1, \kappa}; \eta = \overline{1, \psi}; q = \overline{1, g});$$

Процес  $T_n$  просування інформаційних потоків  $I_{вх}(t) \xrightarrow{F_n} I_{вих}(t)$  включає множину  $I$  центрів обробки й систему передачі даних. На вхід

кожного  $i$ -го центра обробки надходить вхідний інформаційний потік  $I_{\text{ВХ } i}(t)$ , що у результаті виконання операцій обробки перетвориться у вихідний інформаційний потік  $I_{\text{ВИХ } i}(t)$  (рис. 2.1).

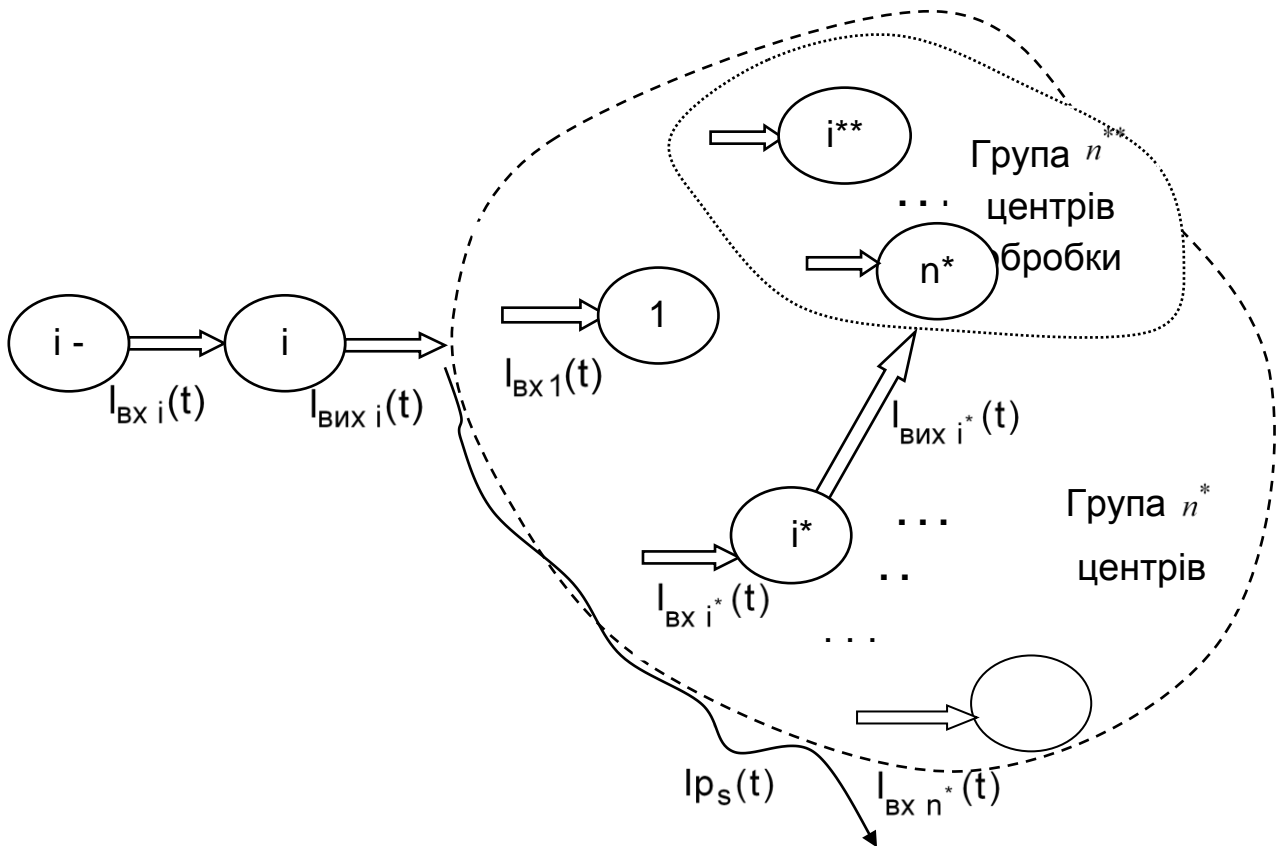


Рис. 2.1. Послідовність просування  $I_{\text{ВИХ } i}(t)$

### у групі $i^*$ центрів обробки

Вихідний потік  $i$ -го центра обробки  $I_{\text{ВИХ } i}(t)$  формується таким чином, щоб забезпечити доставку об'єктів  $Об_{\text{вн}}^q$  і пакетів  $Пс_q$  потоку відповідно до маршрутів руху  $Мр_s(t)$  у задану сукупність  $i^*$  центрів обробки:

$$I_{\text{ВИХ } i}(t) \equiv \{P_{i^*}\}, \quad (i^* = \overline{1, n^*}),$$

$$I_{\text{ВИХ } i}(t) \equiv \bigcup_{i^*=1}^{n^*} M_{\text{ВХ } i^*}(t), \quad (2.9)$$

$$I_{n_{\text{ВИХ } i}}(t) \equiv \bigcup_{i^*=1}^{n^*} I_{n_{\text{ВХ } i^*}}(t),$$

де  $Pc_{i^*}$  – пакет на адресу  $i^*$ -го центра обробки, через який проходить  $s$ -й маршрут обробки інформаційного потоку. Система маршрутів руху інформаційних потоків описується навчальним планом підготовки студентів  $\Pi = \{Mp_s(t)\}$ , де  $S = \{s : s = \overline{1, \sigma}\}$  – множина маршрутів обробки інформаційних потоків;  $Mp_s(t)$  – характеристика  $s$ -го маршруту:

$$Mp_s(t) = \langle Pc_{mp_s}, \kappa_{mp_s}, \{i^*, i^{**}, \dots\} \rangle, \quad (2.10)$$

де  $Pc_{mp_s}$  – код  $s$ -го маршруту;

$\kappa_{mp_s}$  – характеристика  $s$ -го маршруту;

$i^*, i^{**}, \dots$  – множини центрів обробки, які приписані до  $s$ -го маршруту.

$$Pc_{i^*} = \{Pc_{i^{**}}\}, (i^{**} = \overline{1, n^{**}}), \quad (2.11)$$

де  $Pc_{i^{**}}$  – пакет на адресу  $i^{**}$ -го центра обробки, що приписаний до  $i^*$ -го центра обробки  $s$ -го маршруту.

$$Pc_{i^{**}} = \{Об_{v\eta}^q\} \cup \{Pc_q\}. \quad (2.12)$$

Сформований вихідний інформаційний потік  $I_{вих i}(t)$  є навантаженням для системи передачі даних, що забезпечує просування  $I_{вих i}(t)$  між центрами обробки системи. Крім того,  $I_{вих i}(t)$  є вхідним інформаційним потоком для наступних центрів обробки. У зв'язку з динамізмом роботи системи передачі даних  $I_{вих i}(t)$  має певний ступінь динамізму, що повинно враховуватися під час управління процесами обробки  $I_{вих i}(t)$ .

Процес  $Tp_i$  обробки об'єктів  $Об_{v\eta}^q$  вхідного інформаційного потоку  $I_{вих i}$  і перетворення його у вихідний інформаційний потік  $I_{вих i}(t)$   $i$ -го центра обробки включає множину  $O = \{o : o = \overline{1, \theta}\}$  операцій (рис. 2.2):

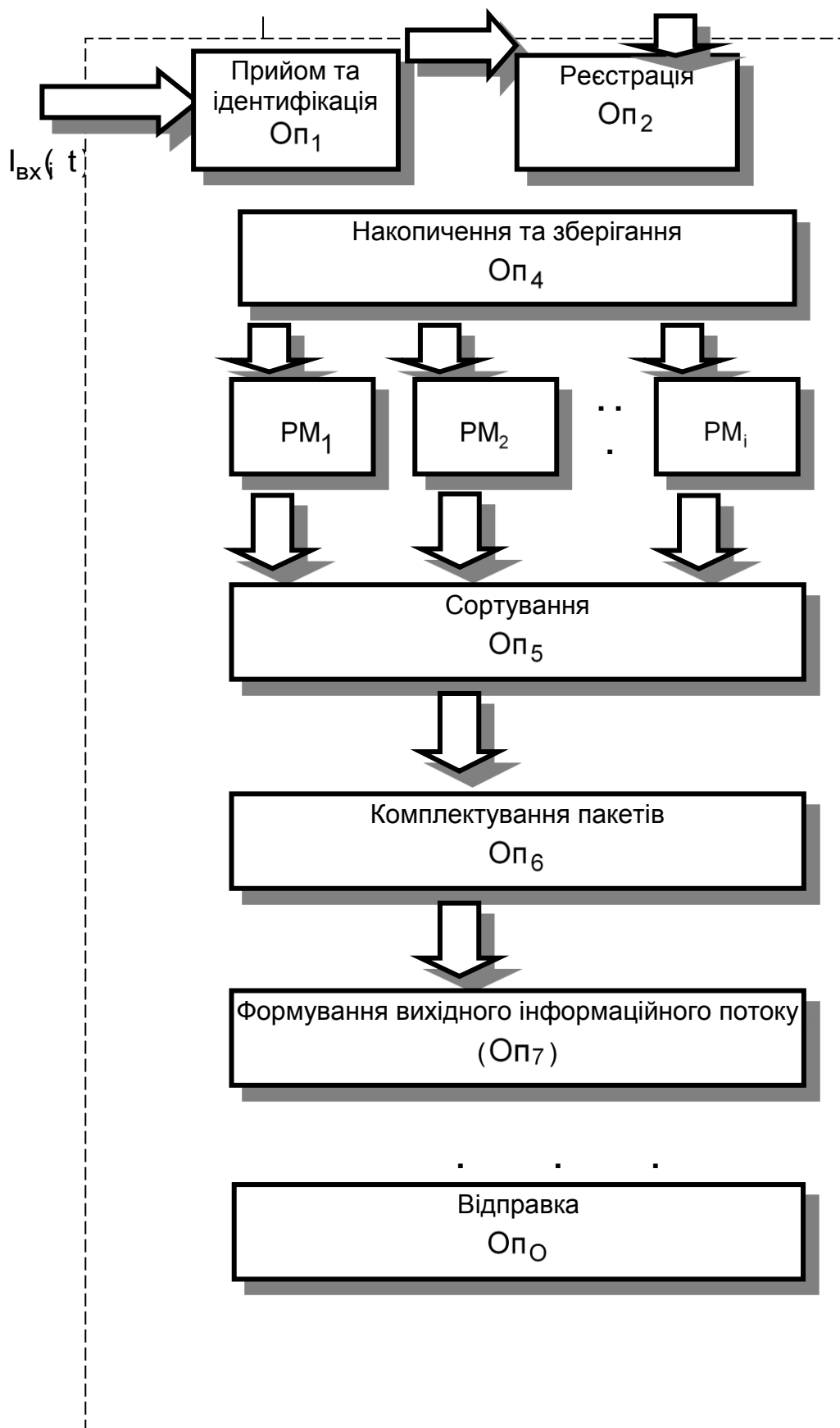


Рис. 2.2. Функціональна структура і-го центра обробки

- прийом пакетів  $P_{c_i^*}$  вхідного інформаційного потоку  $I_{\text{вих}i}(t)$  та їх ідентифікація –  $Op_1$ ;
- розкриття пакетів  $P_{c_i^*}$  –  $Op_2$ . У результаті розкриття формується множина об'єктів  $Ob_{v\eta}^q$  інформаційного потоку, які реєструються. Реєстрація здійснюється в центрах, які здійснюють прийом  $Ob_{v\eta}^q$ . Наступні центри обробки здійснюють реєстрацію тільки тих об'єктів, які не зареєстровані в системі;
- накопичення й зберігання об'єктів  $Ob_{v\eta}^q$  відповідно до прийнятого в  $i$ -му центрі обробки технологією –  $Op_3$ ;
- формування ( $Op_4$ ) пакетів  $P_{c_q}$  об'єктів  $Ob_{v\eta}^q$  на адресу множини засобів обробки. Формування пакетів  $P_{c_q}$  здійснюється з використанням множини  $\Phi = \{\varphi\}$  робочих місць ( $PM_{\varphi}$ );
- сортування ( $Op_5$ ) пакетів  $P_{c_q}$  і об'єктів  $Ob_{v\eta}^q$  за групами засобів обробки, проміжним засобом обробки  $P_{l_i^*}$   $P_{l_p}$  відповідно до плану напряду  $\Pi = \{M_{p_s}(t)\}$ ;
- комплектування ( $Op_6$ ) і формування ( $Op_7$ ) пакетів  $P_{c_i^*} = \bigoplus Ob_{v\eta}^q$  вхідного інформаційного  $I_{\text{вих}i}$  потоку;
- відправлення ( $Op_8$ ) підготовлених пакетів  $P_{c_i^*}$  вхідного інформаційного потоку  $I_{\text{вих}i}$  мережею передачі даних у центри обробки відповідно до плану напряду  $\Pi = \{M_{p_s}(t)\}$ .

Під час виконання операцій обробки проводиться підготовка й передача інформаційних даних між робочими місцями центра обробки. Виконання операцій обробки супроводжується формуванням звітів, які використовуються в центрі обробки у ході передачі інформаційних потоків між робочими місцями, а також проміжних звітів: під час сортування – на адресу засобу обробки  $Dk_q$ , груп засобів обробки  $\{Dk_q\}$  або проміжних засобів обробки  $Dk_i^*$ ; під час відправлення – на адресу центрів обробки.



Центри обробки структурно можуть складатися з декількох підрозділів, які забезпечують обробку вхідних інформаційних потоків, які відрізняються один від одного (рис. 2.3):

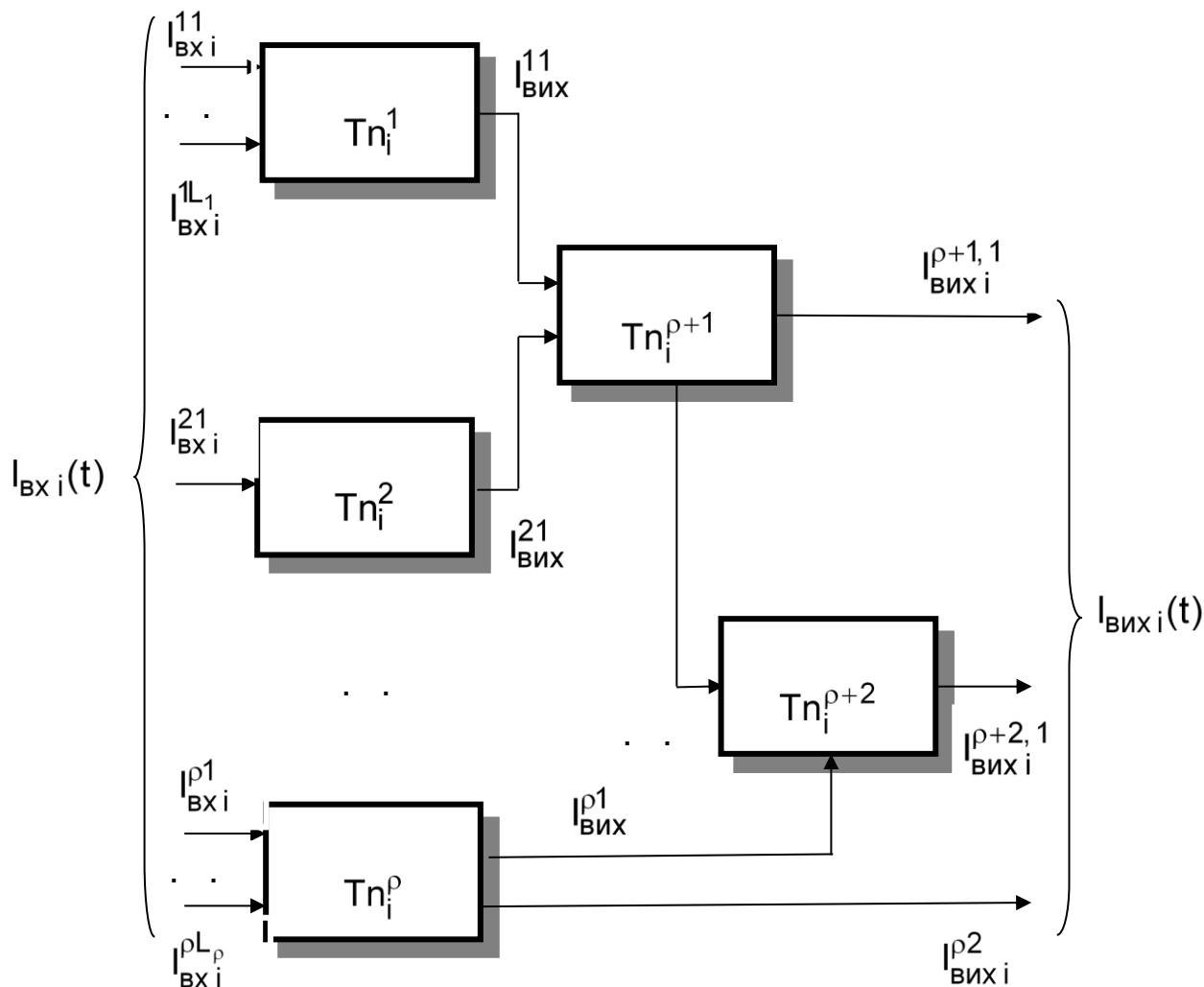


Рис. 2.3. Структура взаємозв'язку підрозділів центра обробки

$$I_{VXi} \left( \begin{matrix} \cup \\ \rho=1 \end{matrix} \right) \supseteq \bigcup_{\rho=1}^t \bigcup_{l_p=1}^{L_\rho} M_{VXi}^{\rho, l_p} \left( \begin{matrix} \cup \\ \rho=1 \end{matrix} \right), \quad \rho = \overline{1, t}; l_\rho = \overline{1, L_\rho}, \quad (2.13)$$

де  $\rho$  – номер підрозділу в структурі центра обробки;

$l_\rho$  – номер вхідного інформаційного потоку  $\rho$ -го підрозділу.

У загальному випадку взаємозв'язок цих підрозділів може бути різним, може включати й не включати проміжні підрозділи вторинної обробки, мати підрозділ, що забезпечує підготовку й відправлення  $I_{VXi}^l \left( \begin{matrix} \cup \\ \rho=2 \end{matrix} \right)$ ,

і не мати. Тобто структура взаємозв'язку підрозділів між собою, а також із вхідним  $I_{\text{ВХ}i}$  і вихідними  $I_{\text{ВИХ}i}$  інформаційними потоками  $i$ -го центра обробки може бути різною.

$$I_{\text{ВИХ}i} = \bigcup_{\rho=1}^l \bigcup_{l_{\rho}=1}^{L_{\rho}} I_{\text{ВИХ}i}^{\rho l_{\rho}}, \quad \rho = \overline{1, L_{\rho}}.$$

Крім того, передача інформаційних потоків  $I_{\text{ВИХ}i}^{\rho l_{\rho}}, I_{\text{ВИХ}i}(t)$  у такій структурі здійснюється в супроводі різних видів документів  $D_k$ .

Вихідний інформаційний потік  $I_{\text{ВИХ}i}$   $i$ -го центра обробки в загальному випадку є сукупністю вихідних інформаційних потоків:

### 2.1.2. Обґрунтування параметрів підсистеми контролю компетентностей студентів

Підсистема контролю повинна забезпечувати підготовку [21; 23; 24]: оперативної інформації про хід просування інформаційних потоків; облікової інформації, що відображає підсумки навчання за планові проміжки часу.

Кожний  $i$ -ий центр обробки (або  $i$ -та група центрів обробки) характеризується значеннями  $\xi_{\rho_i}(t)$  параметрів  $\rho_i$ -го вигляду, які описують вхідний інформаційний потік  $I_{\text{ВХ}i}(t)$  значеннями  $\eta_{\tau_i}(t)$ , параметрів  $\tau_i$ -го вигляду, які описують вихідний інформаційний потік  $I_{\text{ВИХ}i}(t)$  і значеннями  $\sigma_{\varphi_i}(t)$  параметрів  $\varphi_i$ -го вигляду, що описують стан  $i$ -го центра обробки в момент часу  $t$ .

З іншого боку, виходячи з аналізу процесів просування інформаційних потоків [23; 24], оперативна інформація включає такі групи параметрів:

1) група параметрів оцінювання часу і якості просування в  $i$ -му центрі обробки:

- відхилення між фактичним і контрольним часом початку обробки вхідного інформаційного потоку –  $\Delta t_{\text{ВХ}i}$ ;

- відхилення між фактичним і контрольним часом відправлення вихідного інформаційного потоку –  $\Delta t_{\text{ВИХ}i}$ . Оскільки доставка й відправлення інформаційних потоків здійснюється відповідно до планів напряму

$\Pi_i = \{ \text{Mr}_{s_i}(t) \}$  для кожного  $i$ -го центра обробки, то відхилення повинні розраховуватися за кожним  $s_i$ -м маршрутом і за сукупністю маршрутів за планові проміжки часу;

- фактичний час обробки об'єктів  $\text{Об}_{v\eta}^q$  інформаційного потоку в  $i$ -ому центрі обробки –  $t_{\text{об}i}^{\phi}$ . Якщо час обробки  $t_{\text{об}i}$  обмежити контрольним терміном  $t_{\text{об}i}^k$ , тоді становить інтерес відхилення фактичного  $t_{\text{об}i}^{\phi}$  часу обробки від контрольного  $t_{\text{об}i}^k - \Delta t_{\text{об}i}$ ;

- кількість рекламаций, які були зафіксовані під час приймання й обробки об'єктів  $\text{Об}_{v\eta}^q$  і пакетів  $\text{Пс}_i$  інформаційного потоку –  $\text{Нр}_i$ .

Становить інтерес диференціація цих параметрів за кожним  $v$ -м видом й за кожною  $\eta$ -й категорією об'єктів  $\text{Об}_{v\eta}^q$  (пакетів), а кількості рекламаций – за кожним із видів рекламаций;

2) група параметрів оцінювання часу і якості просування в групі центрів обробки:

- кількість і список об'єктів  $\text{Об}_{v\eta}^q$ , які не доставлені в  $u$ -ій групі центрів обробки протягом контрольного терміну –  $t_{\text{дос } i_u}^k, (i_u = \overline{1, n_u})$ ;

- список об'єктів  $\text{Об}_{v\eta}^q$ , для яких виконана невдала спроба обробки;

- фактичний термін просування об'єктів  $\text{Об}_{v\eta}^q$  в  $u$ -ій групі центрів обробки –  $t_{\text{пр } i_u}^{\phi}$ ;

- рівень гарантованості просування об'єктів  $\text{Об}_{v\eta}^q$  в  $u$ -ій групі центрів обробки, що визначається процентним співвідношенням кількості об'єктів  $\text{Об}_{vj}^{qk}$ , які доставлені протягом контрольного терміну, до загальної кількості об'єктів  $\text{Об}_{v\eta}^q$ , які передані для доставки ( $\text{Пр}_{\text{дос}}$ ), або фактичним середнім часом доставки –  $t_{\text{ср дос } i_u}^{\phi}$ .

Становить інтерес диференціація цієї групи параметрів за видами і категоріями об'єктів  $\text{Об}_{v\eta}^q$ .

Облікова інформація підрозділяється на такі групи:

1) група об'ємних показників обробки об'єктів  $Об_{v\eta}^q$  інформаційного потоку центрами обробки:

- кількість об'єктів  $Об_{v\eta}^q$ , прийнятих до обробки в  $i$ -му центрі –  $Кл_{пр\ i}$ ;
- кількість об'єктів  $Об_{v\eta}^q$ , обробка яких виконана в  $i$ -му центрі –  $Кл_{об\ i}$ ;
- кількість об'єктів  $Об_{v\eta}^q$ , які прийняті, але не оброблені  $i$ -м центром (залишки в  $i$ -му центрі) –  $Кл_{ост\ i}$ ;

2) група об'ємних показників обробки об'єктів  $Об_{v\eta}^q$   $u$ -ою групою центрів обробки:

- кількість об'єктів  $Об_{v\eta}^q$ , прийнятих до обробки  $u$ -ою групою центрів обробки –  $Кл_{пр\ i_u}$ ;
- кількість об'єктів  $Об_{v\eta}^q$ , обробка яких виконана  $u$ -ою групою центрів обробки –  $Кл_{об\ i_u}$ ;
- кількість об'єктів  $Об_{v\eta}^q$ , які прийняті, але не оброблені  $u$ -ою групою центрів обробки (залишки в  $u$ -ій групі центрів обробки) –  $Кл_{ост\ i_u}$ .

Об'ємні показники розглядаються за планові проміжки часу. Становить інтерес диференціація цих показників за видами і категоріями об'єктів  $Об_{v\eta}^q$  інформаційного потоку, за видами потоків (вхідні, вихідних, транзитних, внутрішніх тощо) і не тільки в абсолютних одиницях за певний проміжок часу, але й у динаміці. Якщо є планові значення об'ємних показників, то вводиться величина неузгодженості між значеннями планових і фактичних об'ємних показників.

### **2.1.3. Математичні моделі оцінювання підсистеми контролю компетентностей студентів**

Для оцінювання стану підсистеми контролю на практиці, як правило, використовується модель вигляду [31; 34]:

$$\Delta\Phi = \Phi_{кон} - \Phi_{фак}, \quad (2.14)$$

де  $\Delta\Phi$  – вектор відхилень фактичних значень  $\Phi_{\text{фак}}$  параметрів підсистеми від контрольних  $\Phi_{\text{кон}}$  (заданих, планових тощо) значень.

Під час розробки множини математичних моделей вигляду (2.15) використані описи множини параметрів оцінювання стану підсистеми контролю, наведені в підрозділі 2.1.2.

Відхилення  $\Delta t_{\text{ВХ}i}$  між фактичним  $t_{\text{ВХ}i}^{\text{фн}}$  і контрольним  $t_{\text{ВХ}i}^{\text{кн}}$  часом початку обробки вхідного інформаційного потоку  $I_{\text{ВХ}i}(t)$  розраховується за такими залежностями:

$$\begin{aligned} \Delta t_{\text{ВХ}i}(\text{Об}_{\text{v}\eta}^q) &= t_{\text{ВХ}i}^{\text{фн}}(\text{Об}_{\text{v}\eta}^q) - t_{\text{ВХ}i}^{\text{кн}}(\text{Об}_{\text{v}\eta}^q); \\ \Delta T_{\text{ВХ}i} &= \sum_{\text{v}=1}^{\text{v}} \sum_{\eta=1}^{\psi} \Delta t_{\text{ВХ}i}(\text{Об}_{\text{v}\eta}^q); \\ \Delta t_{\text{ВХ}i} &= \frac{\Delta T_{\text{ВХ}i}}{\text{Кл}(\text{Об}_{\text{v}\eta}^q)}, \end{aligned} \quad (2.15)$$

де  $\text{Об}_{\text{v}\eta}^q$  – об'єкти вхідного інформаційного потоку  $I_{\text{ВХ}i}(t)$ ;

$\Delta T_{\text{ВХ}i}$  – сумарне відхилення за початком обробки множини об'єктів  $\text{Об}_{\text{v}\eta}^q$ ;

$\text{Кл}_{\text{ВХ}i}(\text{Об}_{\text{v}\eta}^q)$  – загальна кількість множини об'єктів  $\text{Об}_{\text{v}\eta}^q$  вхідного інформаційного потоку  $I_{\text{ВХ}i}(t)$ .

За залежністю (2.16) визначається середнє відхилення для всієї множини  $\text{Об}_{\text{v}\eta}^q$ . Якщо необхідно одержати відхилення за кожним з  $\gamma$ -го вигляду потоку  $I_{\text{ВХ}i}(t)$ , то залежність (2.15) необхідно використовувати за кожною з множин об'єктів  $\text{Об}_{\text{v}\eta}^{q,\gamma}$ , які належать відповідному потоку.

Відхилення  $\Delta t_{\text{Вих}i}$  між фактичним  $t_{\text{Вих}i}^{\text{фо}}$  і контрольним  $t_{\text{Вих}i}^{\text{ко}}$  часом відправлення вихідного інформаційного потоку  $I_{\text{ВХ}i}(t)$  розраховується за такими залежностями:

$$\Delta t_{\text{вих}}(\text{Об}_{v\eta}^q) = t_{\text{вих}}^{\text{фo}}(\text{Об}_{v\eta}^q) - t_{\text{вх}}^{\text{ко}}(\text{Об}_{v\eta}^q);$$

$$\Delta T_{\text{вих } i} = \sum_{v=1}^v \sum_{\eta=1}^{\psi} \Delta t_{\text{вих}}(\text{Об}_{v\eta}^q); \quad (2.16)$$

$$\Delta t_{\text{вих } i} = \frac{\Delta T_{\text{вих } i}}{\text{Кл}(\text{Об}_{v\eta}^q)},$$

де  $\text{Об}_{v\eta}^q$  – об'єкти вихідного інформаційного потоку  $I_{\text{вих } i}(t)$ ;

$\Delta T_{\text{вих } i}$  – сумарне відхилення за початком відправлення множини об'єктів  $\text{Об}_{v\eta}^q$ ;

$\text{Кл}_{\text{вих}}(\text{Об}_{v\eta}^q)$  – загальна кількість множини об'єктів  $\text{Об}_{v\eta}^q$  вихідного інформаційного потоку  $I_{\text{вих } i}(t)$ .

За залежністю (2.16) відхилення у відправленні може бути розраховане за кожним з  $\gamma$  видів потоку  $I_{\text{вих } i}(t)$ , якщо використовувати дані по множини об'єктів  $\text{Об}_{vj}^{q,\gamma}$ , які належать відповідному потоку.

Фактичний час обробки  $t_{\text{об } i}^{\text{ф}}$  множини об'єктів  $\text{Об}_{v\eta}^q$  вхідного інформаційного потоку  $I_{\text{вх } i}(t)$  в  $i$ -му центрі обробки визначається за такими залежностями:

$$t_{\text{об}}^{\text{ф}}(\text{Об}_{vj}^q) = t_{\text{вих}}^{\text{фo}}(\text{Об}_{vj}^q) - t_{\text{вх}}^{\text{фн}}(\text{Об}_{vj}^q);$$

$$\Delta T_{\text{об } i}^{\text{ф}} = \sum_{v=1}^v \sum_{\eta=1}^{\psi} t_{\text{об}}^{\text{ф}}(\text{Об}_{v\eta}^q); \quad (2.17)$$

$$t_{\text{об } i}^{\text{ф}} = \frac{\Delta T_{\text{об } i}^{\text{ф}}}{\text{Кл}_{\text{об}}(\text{Об}_{v\eta}^q)},$$

де  $\Delta T_{\text{об } i}^{\text{ф}}$  – сумарний фактичний час обробки множини об'єктів  $\text{Об}_{v\eta}^q$ ;

$\text{Кл}_{\text{об}}(\text{Об}_{v\eta}^q)$  – загальна кількість множини об'єктів  $\text{Об}_{v\eta}^q$ , які оброблені  $i$ -им центром.

Кількість рекламаций ( $\text{Нр}_i$ ), які були зафіксовані під час приймання й обробки об'єктів  $\text{Об}_{v\eta}^q$  вхідного інформаційного потоку  $I_{\text{вх } i}(t)$  може

розраховуватися за видами рекламацій ( $Нр_i^I, I = \{1\}$  – множина видів рекламацій), за видами потоків ( $Нр_i^\gamma$ ), за видами рекламацій і потоків ( $Нр_i^{\gamma I}$ ).

Для  $u$ -ої групи центрів обробки відхилення  $\Delta t_{ВХ i_u}$  й  $\Delta t_{ВИХ i_u}$  визначаються за залежностями (2.18) і (2.19).

$$\Delta t_{ВХ} (Об_{v\eta}^{qu}) = t_{ВХ}^{\Phi H} (Об_{v\eta}^{qu}) - t_{ВХ}^{KH} (Об_{v\eta}^{qu});$$

$$\Delta T_{ВХ i_u} = \sum_{v=1}^v \sum_{\eta=1}^{\psi} \sum_{u=1}^u \Delta t_{ВХ} (Об_{v\eta}^{qu}); \quad (2.18)$$

$$\Delta t_{ВХ i_u} = \frac{\Delta T_{ВХ i_u}}{Кл_{ВХ} (Об_{v\eta}^{qu})},$$

де  $Об_{v\eta}^{qu}$  – об'єкти вхідного інформаційного потоку  $u$ -ої групи центрів обробки.

$$\Delta t_{ВИХ} (Об_{v\eta}^{qu}) = t_{ВИХ}^{\Phi H} (Об_{v\eta}^{qu}) - t_{ВИХ}^{KH} (Об_{v\eta}^{qu});$$

$$\Delta T_{ВИХ i_u} = \sum_{v=1}^v \sum_{\eta=1}^{\psi} \sum_{u=1}^u \Delta t_{ВИХ} (Об_{v\eta}^{qu}); \quad (2.19)$$

$$\Delta t_{ВИХ i_u} = \frac{\Delta T_{ВИХ i_u}}{Кл_{ВИХ} (Об_{v\eta}^{qu})}.$$

Аналогічним чином, з використанням залежності (2.18), визначається фактичний час обробки  $t_{Об i_u}^{\Phi}$  об'єктів  $Об_{v\eta}^{qu}$  вхідного інформаційного потоку  $I_{ВХ i}(t)$   $u$ -ої групи центрів обробки.

Для  $u$ -ої групи центрів обробки можуть використовуватися такі показники:  $Нр_{i_u}^I, Нр_{i_u}^\gamma, Нр_{i_u}^{\gamma I}$

Список об'єктів  $Об_{v\eta}^{qu}$  нд, які не доставлені в  $u$ -ту групу центрів обробки за контрольний час, визначається за залежністю:

$$Об_{v\eta}^{qu} \text{ нд} = \{Об_{v\eta}^{qu} \mid t_{дос i_u}^{\Phi} > t_{дос i_u}^K\}, \quad (2.20)$$

де  $t_{дос i_u}^{\Phi}$  – фактичний термін доставки  $Об_{v\eta}^{qu}$ .

Використовуючи список (2.20), можна одержати множину об'єктів  $Кл_{нд} (Об_{v\eta}^{q и})$ , які не доставлені за контрольний час, а також список і кількість за кожним із  $\gamma$  потоків.

Список об'єктів  $Об_{v\eta нв}^{q и}$ , для яких виконана невдала спроба обробки, визначається за залежністю:

$$Об_{v\eta нв}^{q и} = \{Об_{v\eta}^{q и} \mid t_{дос i_u}^{\phi} = 0\}. \quad (2.21)$$

Фактичний термін обробки  $Об_{v\eta}^{q и u}$  в  $u$ -ій групі центрів обробки визначається за залежністю:

$$t_{пр}^{\phi}(Об_{v\eta}^{q и}) = t_{дос}^{\phi}(Об_{v\eta}^{q и}) - t_{прм}^{\phi}(Об_{v\eta}^{q и}); \quad (2.22)$$

$$t_{пр i}^{\phi} = \frac{\sum_{v=1}^{\nu} \sum_{\eta=1}^{\psi} \sum_{u=1}^{\upsilon} t_{пр}^{\phi}(Об_{v\eta}^{q и})}{\sum_{v=1}^{\nu} \sum_{\eta=1}^{\psi} \sum_{u=1}^{\upsilon} Об_{v\eta}^{q и}},$$

де  $t_{пр}^{\phi}(Об_{v\eta}^{q и})$  – час прийому об'єкта  $Об_{v\eta}^{q и}$ .

Рівень гарантованості встановленого терміну просування є процентним співвідношенням доставлених і переданих на перевірку об'єктів  $Об_{v\eta}^{q и}$  і визначається за залежністю:

$$Пр_{дос} = \frac{Кл_{дос}(Об_{v\eta}^{q и} \mid t_{дос i_u}^{\phi} \leq t_{дос i_u}^k)}{Кл_{нд}(Об_{v\eta}^{q и})}. \quad (2.23)$$

Фактичний час доставки визначається за залежністю (2.22).

Параметри облікової інформації подаються як одиниці об'єктів інформаційного потоку, що прийняті до обробки, оброблені й відправлені кожним  $i$ -им центром обробки й кожною  $u$ -ою групою центрів обробки.



## 2.2. Розробка критеріїв ефективності вибору необхідних компетентностей для навчальної дисципліни "Інформатика"

Для визначення рівня сформованості компетентності необхідно визначити своєчасність та повноту отриманої інформації від студента в інформаційній системі. Інакше кажучи, кожен студент повинен своєчасно надавати контрольні звіти та матеріали для перевірки. Також повнота наданої інформації відповідно до критеріїв оцінювання надасть можливість встановити рівень сформованості його компетентностей. У зв'язку з тим, що наведені показники оцінювання стану інформаційної системи описують різні властивості, а, отже, мають різну розмірність, інтервали та шкали виміру, тому вони непорівнянні між собою. Щоб обійти ці труднощі, слід використати функцію корисності вигляду [4; 36; 37; 42]:

$$P_j(k_j) = \left( \frac{k_j - k_{нх j}}{k_{нл j} - k_{нх j}} \right)^{\alpha_j}; \quad (j = \overline{1, m}), \quad (2.24)$$

де  $k_{нл j}, k_{нх j}$  – найкраще й найгірше значення  $j$ -ої частки критерію;

$\alpha_j$  – показник нелінійності.

Відхилення між фактичним і контрольним часом початку обробки  $\Delta t_{вх i}$  й відправлення  $\Delta t_{вих i}$  інформаційного потоку є критеріями на мінімум, які вимірюються в кількісній шкалі в інтервалі:

- для вхідного потоку:  $[\Delta t_{вх нл i}; \Delta t_{вх нх i}^{зд}]$ ;
- для вихідного потоку:  $[\Delta t_{вих нл i}; \Delta t_{вих нх i}^{зд}]$ ,

тому вимагають нормування відповідно до таких залежностей:

$$K_{вх i} = \frac{\Delta t_{вх i} - \Delta t_{вх нл i}}{\Delta t_{вх нх i}^{зд} - \Delta t_{вх нл i}} = \frac{\Delta t_{вх i}}{\Delta t_{вх нх i}^{зд}}; \quad (2.25)$$

$$K_{вих i} = \frac{\Delta t_{вих i} \Delta t_{вих нл i}}{\Delta t_{вих нх i}^{зд} \Delta t_{вих нл i}} = \frac{\Delta t_{вих i}}{\Delta t_{вих нх i}^{зд}}, \quad (2.26)$$

де  $\Delta t_{\text{вх нл } i}^{\text{ф}} = 0$ ;  $\Delta t_{\text{вих нл } i}^{\text{ф}} = 0$  – кращий варіант, коли немає затримки в часі доставки інформаційного потоку;

$\Delta t_{\text{вх нх } i}^{\text{зд}}$ ;  $\Delta t_{\text{вих нх } i}^{\text{зд}}$  – гірший варіант, коли величина затримки дорівнює максимально заданій величині.

Фактичний час обробки  $t_{\text{об } i}^{\text{ф}}$  об'єктів  $\text{Об}_{\text{вн}}^{\text{q}}$  інформаційного потоку є критерієм на мінімум, який вимірюється за кількісною шкалою в інтервалі  $[\Delta t_{\text{об нл } i}^{\text{ф}}; \Delta t_{\text{об нх } i}^{\text{зд}}]$ , тому нормуються за залежністю:

$$K_{\text{об } i} = \frac{\Delta t_{\text{об } i}^{\text{ф}} - \Delta t_{\text{об нл } i}^{\text{ф}}}{\Delta t_{\text{об нх } i}^{\text{зд}} - \Delta t_{\text{об нл } i}^{\text{ф}}} = \frac{\Delta t_{\text{об } i}^{\text{ф}}}{\Delta t_{\text{об нх } i}^{\text{зд}}}, \quad (2.27)$$

де  $\Delta t_{\text{об нл } i}^{\text{ф}} = 0$  – кращий варіант, коли не потрібна обробка об'єктів  $\text{Об}_{\text{вн}}^{\text{q}}$  інформаційного потоку;

$\Delta t_{\text{об нх } i}^{\text{зд}}$  – найгірший варіант, коли час обробки дорівнює директивно заданому максимальному часу обробки.

Кількість недоліків (невідповідності наданого завдання еталонній відповіді), які були зафіксовані під час обробки інформаційного потоку (отриманих від студента контрольних звітностей –  $\text{Нр}'_i, \text{Нр}''_i, \text{Нр}'''_i, \text{Нр}'_{i_u}, \text{Нр}''_{i_u}, \text{Нр}'''_{i_u}$ ), є критеріями на мінімум в інтервалі  $[\text{Нр}_{\text{нл } i}, \text{Нр}_{\text{нх } i}^{\text{зд}}]$ , тому нормуються за залежністю:

$$K_{\text{р } i} = \frac{\text{Нр}_i - \text{Нр}_{\text{нл } i}}{\text{Нр}_{\text{нх } i}^{\text{зд}} - \text{Нр}_{\text{нл } i}} = \frac{\text{Нр}_i}{\text{Нр}_{\text{нх } i}^{\text{зд}}}, \quad (2.28)$$

де  $\text{Нр}_{\text{нл } i} = 0$  – кращий варіант, коли під час обробки інформаційного потоку не було виявлено помилок;

$\text{Нр}_{\text{нх } i}^{\text{зд}}$  – найгірший варіант, коли кількість помилок дорівнює гранично припустимому, визначеному за критеріями дисципліни кількості помилок, або не виконаних завдань.

Кількість і список завдань, які не доставлені протягом контрольного терміну ( $\Delta t_{\text{дос } i_u}^k$ ) і для яких отриманий негативний результат (звітна робота оцінена на незадовільно або не набрано необхідної кількості балів), оцінюється процентним відношенням до загальної кількості завдань, які надіслані для перевірки і були своєчасно отримані, відповідно до залежностей:

$$K_{\text{дос } i_u} = \frac{K_{\text{дос}}(Об_{v\eta}^q)}{K_{\text{пд}}(Об_{v\eta}^q)}; \quad (2.29)$$

$$K_{\text{нв } i_u} = \frac{K_{\text{нв}}(Об_{v\eta}^q)}{K_{\text{пв}}(Об_{v\eta}^q)}, \quad (2.30)$$

де  $K_{\text{дос}}(Об_{v\eta}^q)$ ,  $K_{\text{пд}}(Об_{v\eta}^q)$ ,  $K_{\text{нв}}(Об_{v\eta}^q)$ ,  $K_{\text{пв}}(Об_{v\eta}^q)$  – кількість завдань, доставлених і переданих на перевірку, не вручених (не переданих або прийнятими несвоєчасно, з запізненням) і не переданих на перевірку.

Критерії  $K_{\text{дос } i_u}$ ,  $K_{\text{нв } i_u}$  змінюються в діапазоні  $[0; 1]$ , тому не вимагають нормалізації.

Рівень гарантованості просування інформаційних потоків у заданий термін визначається такими показниками:

- співвідношенням кількості об'єктів, доставлених у пліні контрольного терміну, яке розраховується за залежністю (2.29);

- фактичним середнім часом доставки ( $t_{\text{ср дос } i_u}^{\text{ф}}$ ), яке є критерієм на мінімум, і тому що змінюється в інтервалі  $[t_{\text{ср дос } i_u}^{\text{ф нл зд}}, t_{\text{ср дос } i_u}^{\text{ф нх зд}}]$ , тому вимагає нормування відповідно до залежності:

$$K_{\text{ср дос } i_u} = \frac{t_{\text{ср дос } i_u}^{\text{ф}} - t_{\text{ср дос } i_u}^{\text{ф нл зд}}}{t_{\text{ср дос } i_u}^{\text{ф нх зд}} - t_{\text{ср дос } i_u}^{\text{ф нл зд}}}, \quad (2.31)$$

де  $t_{\text{ср дос } i_u}^{\text{ф нл зд}}$  – найкраще, директивно задане значення середнього часу доставки;

$t_{\text{ср дос } i_u}^{\text{ф нх зд}}$  – найгірший, директивно заданий середній час доставки.

Критерії оцінювання процесів просування інформаційних потоків за даними облікової інформації є критеріями на максимум, які вимірюються за кількісною шкалою в інтервалі  $[K_{i}^{\text{нх зад}}, K_{i}^{\text{нк зад}}]$ , тому потрібно їхнє нормування за залежністю:

$$K_i = \frac{K_{i} - K_{i}^{\text{нл зад}}}{K_{i}^{\text{нх зад}} - K_{i}^{\text{нл зад}}}, \quad (2.32)$$

де  $K_{i}$  – відповідна кількість фактично прийнятих, оброблених, відправлених та інших об'єктів  $Об_{\nu\eta}^q$  інформаційного потоку;

$K_{i}^{\text{нл зад}}$  – найкраща, директивно задана відповідна кількість прийнятих, оброблених, відправлених та інших об'єктів  $Об_{\nu\eta}^q$  інформаційного потоку;

$K_{i}^{\text{нх зад}}$  – найгірша, директивно задана відповідна кількість прийнятих, оброблених, відправлених та інших об'єктів  $Об_{\nu\eta}^q$  інформаційного потоку.

### **2.3. Розробка протоколів обміну інформацією в системі дистанційного навчання**

На сьогодні існують два способи організації системи дистанційного навчання – з використанням кейс-технології або з використанням Інтернет-технології.

Використання кейс-технології вимагає установку певних програмних засобів на комп'ютерах студентів, які дозволяють обробляти інформацію, надану навчальним закладом на різних електронних носіях – CD або DVD-дисках у різних форматах. Обробка інформації й оформлення звітних робіт студентами проводиться на власних комп'ютерах, а здача звітного матеріалу здійснюється шляхом передачі файлів на електронних носіях або відправленням електронною поштою. Даний спосіб організації дистанційного навчання дозволяє студентам не залежати від жорстких тимчасових рамок Інтернет-сесій у процесі навчання й обмежує процес спілкування між студентом й навчальним закладом тільки фіксованими тимчасовими рамками здачі контрольного матеріалу.

Кейс-технологія має ряд недоліків:

- не дозволяє використовувати існуючі інтерактивні освітні технології в повному обсязі (проведення онлайн-лекцій, конференцій тощо), що суттєво знижує ефективність освітнього процесу;
- має слабкі комунікативні зв'язки між сторонами навчального процесу;
- обмежує можливості ідентифікації навчального в процесі написання контрольних і тестових завдань;
- не дозволяє оперативно одержувати інформацію про поточний рейтинг студентів (стан оцінок, ступінь проходження навчальних дисциплін, наявність й ліквідація заборгованостей);
- вимагає постійних додаткових фінансових і матеріальних витрат на підготовку, організацію опрацювання й обробку навчального й отриманого звітних матеріалів на електронних носіях.

Доцільно для створення сучасної системи дистанційного навчання використовувати Інтернет-технології. Використання Інтернет-технологій дозволяє суттєво підвищити інформаційні й комунікаційні можливості процесу навчання, але вимагає вільного доступу до Інтернету й часткової прив'язаності студентів до часових рамок проведення контрольних заходів у процесі навчання. Існуюча на сьогоднішній день в Україні розгалужена мережа Інтернету дозволяє створити гнучку систему дистанційного навчання, що відповідає сучасним світовим вимогам до системи освіти.

Під час використання Інтернет-технологій як базового протоколу обміну доцільно вибрати протокол обміну TCP/IP. Для здійснення повного набору функцій системи дистанційного навчання в якості прикладних протоколів доцільно використовувати як стандартні протоколи сервісів (служб) Інтернету, так і протоколи, що враховують специфіку створення системи дистанційного навчання й системи контролю.

У якості стандартних протоколів сервісів (служб) Інтернету необхідно використовувати:

1) сервіс Telnet – дозволяє управляти й використовувати віддаленими терміналами комп'ютерів філій або індивідуальними комп'ютерами студентів, а також безпосередньо вводити інформацію в базу даних із

віддалених комп'ютерів філій (під час здачі контрольних звітностей або заповненні звітної документації);

2) сервіс FTP – дозволяє одержувати й передавати файли мережею. Сервіс необхідний для організації обміну інформацією між системою дистанційного навчання й студентами (відправлення й одержання завдань);

3) сервіс E-mail – забезпечує обмін кореспонденцією електронною поштою. Доцільно використовувати поштове відділення, розташоване на сервері одного із провайдерів, або ж мати власний поштовий сервер;

4) сервіс News – телеконференції. Сервіс дозволяє через мережу Інтернет проводити електронні конференції, обмінюватися думками, ставити запитання й публікувати відповіді у письмовому форматі;

5) сервіс IRC – телеконференції в реальному часі (чати), схожий на сервіс News, але письмовий діалог ведеться в реальному часі;

6) сервіс Ip-phone – Інтернет-телефонія. Даний сервіс дає можливість скоротити кошти для організації телефонного зв'язку з філіями в системі дистанційного навчання. Причому голосовий обмін інформацією стає можливий не тільки під час зв'язку зі звичайного телефону, але й дає можливість робити дзвінки з комп'ютера на телефон або спілкуватися в голосовому режимі між абонентами, що мають тільки комп'ютери;

7) сервіс "Відеоконференції" – надає найбільш широкі й перспективні можливості системі дистанційної освіти. Сервіс дозволяє одночасно обмінюватися відео-зображеннями зі звуковою підтримкою широкому колу учасників навчального процесу. Даний сервіс можна використовувати у ході проведення онлайн-семінарів, круглих столів, диспутів, конференцій і т. д.;

8) сервіс WWW – дозволяє організувати інтерактивне навчання з використанням web-технології (використанням гіпертекстових документів).

Протокол IP є найголовнішим у всій ієрархії протоколів сімейства TCP/IP. Саме він використовується для керування розсиланням TCP/IP пакетів мережею Інтернет. Серед різних функцій, покладених на IP, основними, на які треба звернути увагу під час формування пакетів, є:

- визначення пакета (датаграми);
- визначення адресної схеми, яка використовується в мережі Інтернет;

- передача даних між каналним рівнем і транспортним рівнем (мультиплексування транспортних датаграм у фрейми каналного рівня);
- маршрутизація пакетів мережею, тобто передача пакетів від одного шлюзу до іншого з метою передачі пакета машині-одержувачеві та маршрутизації між пунктами обробки в самій системі дистанційного навчання;
- "нарізка" і складання із фрагментів пакетів транспортного рівня.

Головними особливостями протоколу IP є відсутність орієнтації на фізичне або віртуальне з'єднання. Це означає, що перш ніж послати пакет у мережу, модуль операційної системи, що реалізує IP, не перевіряє можливість установки з'єднання, тобто ніякої керуючої інформації, крім тієї, що міститься в самому Ip-пакеті, мережею не передається. Крім цього, IP не піклується про перевірку цілісності інформації в полі даних пакета, що змушує віднести його до протоколів ненадійної доставки. Цілісність даних перевіряється протоколами транспортного рівня (TCP) або протоколами додатків.

Таким чином, уся інформація про маршрут, за яким повинен пройти пакет, береться із самої мережі в момент проходження пакета. Взагалі версій протоколу IP існує декілька. Доцільно використовувати версію протоколу Ipv4 (RFC791). Формат пакета протоколу наведено на рис. 2.4.

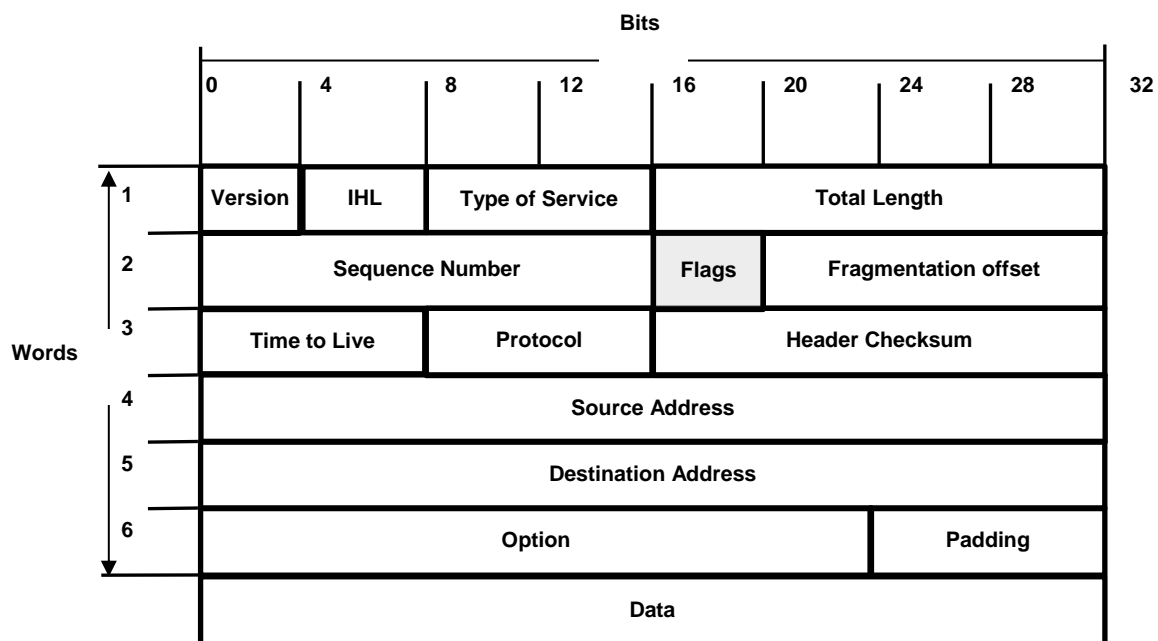


Рис. 2.4. Формат пакета Ipv4

Фактично, у цьому заголовку визначені всі основні дані, необхідні для перерахованих функцій протоколу IP: адреса відправника  $\text{Адр}_{v\eta}^e$  (4-те слово заголовка), адреса одержувача  $\text{Адр}_{v\eta}^q$  (5-те слово заголовка), загальна довжина пакета (поле Total Length) і тип датаграми, що пересилається (поле Protocol).

Використовуючи дані заголовка, машина може визначити, на який мережевий інтерфейс відправляти пакет. Якщо Ір-адреса одержувача належить одній з її мереж (засіб обробки інформації), то на інтерфейс цієї мережі пакет і буде відправлений, а якщо ні, то пакет відправлять на інший шлюз (засіб обробки інформації).

Якщо фактичний середній час доставки ( $t_{\text{ср до с } i_u}^{\phi}$ ) пакет перевищує відведені часові показники, то черговий засіб обробки інформації може відправити Ісрп-пакет на машину-відправник для того, щоб повідомити про те, що треба використовувати інший шлюз. При цьому сам Ір-пакет буде знищений. На цьому принципі працює програма ring, яка використовується для розподілу маршрутів проходження пакетів мережею [30].

Під час обговорення формату заголовка пакета IP слід розглянути інкапсуляцію. У ході звичайної процедури інкапсуляції пакет просто міститься в полі даних фрейма, а у випадку, коли це не може бути здійснено, пакет розбивається на більш дрібні фрагменти. Розмір максимально можливого фрейма, який передається мережею, визначається величиною MTU (*Maximum Transsion Unit*), відповідно до протоколу каналного рівня. Для відновлення інформації, що передається, пакет IP повинен містити інформацію про свою розбивку. Для цього використовуються поля *flags* і *fragmentation offset*. У цих полях визначається, яка частина пакета отримана в даному фреймі, якщо цей пакет був фрагментований на більш дрібні частини.

Для контролю якості передачі даних мережею використовується протокол TCP. Формат переданої мережею датаграми наведено на рис. 2.5. Згідно з цією структурою, в протоколі TCP вільно використовуються порти з номерами, вищими за 1 024. У полі *Sequence Number* визначається номер пакета в послідовності пакетів, які становлять усе повідомлення, за ним міститься поле підтвердження *Aknowledgment Number* та інша керуюча інформація.



Надійність TCP визначається механізмом *Positive Acknowledgement with Retransmission* (PAR), який полягає в повторенні сегмента посилки на передачі під час не отримання від адресата підтвердження про їх успішне одержання в певний проміжок часу.

Для опису специфічного для системи дистанційного навчання протоколу контролю слід звернутися до опису параметрів системи і параметрів оцінювання стану підсистеми, що визначені у підрозділі 2.1.2. Параметри оцінювання стану підсистеми контролю компетентностей повинні формуватися об'єктами цієї підсистеми й передаватися в підсистему нагляду за передачею інформації (у подальшому підсистема нагляду) відповідно до певних правил: правилами формування кожного з параметрів, правилами формування файла (протоколу) даних і дисципліною їх передачі. Правила формування кожного параметра наведено в підрозділі 2.1.2.

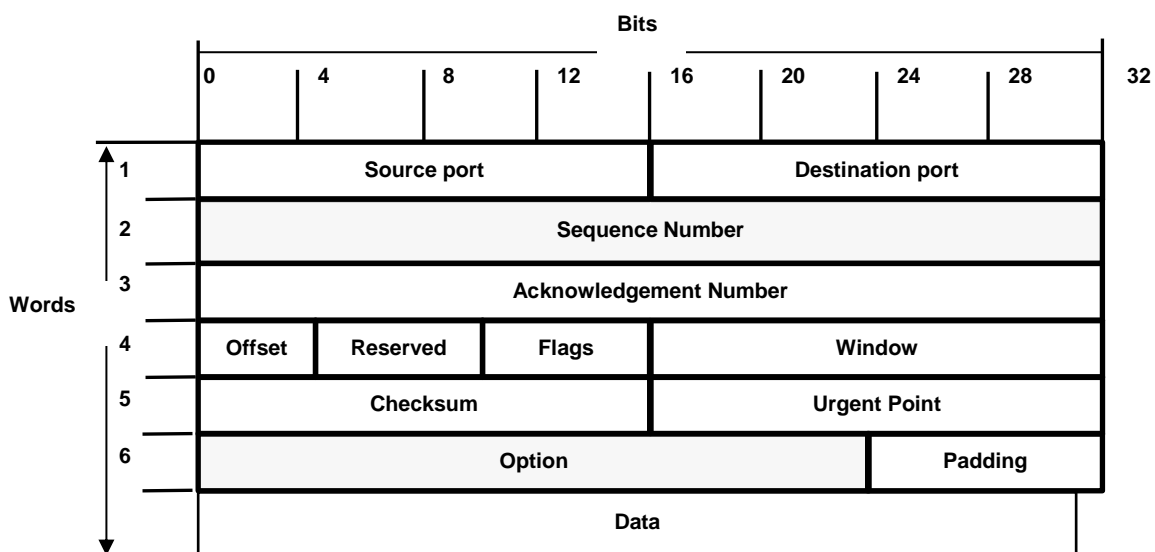


Рис. 2.5. Структура пакета TCP

Для визначення правил формування протоколу обміну інформацією варто розглянути процес формування даних підсистеми контролю більш докладно. Під час надходження вхідного інформаційного потоку  $I_{\text{вх}}$  у систему кожний із об'єктів  $Об_{\nu\eta}^q$  цього потоку реєструється в системі шляхом присвоєння унікального коду  $Нм_{\nu\eta}$  й уведення атрибутів (2.1), які описують цей об'єкт.

Крім атрибутів, що описані в (2.1), фіксується фактичний час початку обробки об'єкта  $Об_{v\eta}^q$  –  $t_{ВХі}^{фн}(Об_{v\eta}^q)$  і контрольний час початку обробки –  $t_{ВХі}^{кн}(Об_{v\eta}^q)$ . Використання цих даних дозволяє визначити відхилення  $\Delta t_{ВХі}$  між фактичним і контрольним часом початку обробки об'єктів вхідного інформаційного потоку  $I_{ВХ}$ . У ході просування інформаційних потоків між центрами обробки системи основний інтерес становить результати обробки об'єктів  $Об_{v\eta}^q$  у кожному із  $i$ -их центрів обробки (наявність порушень, рекламаций тощо), фактичний  $t_{ВХі}^{фо}(Об_{v\eta}^q)$  і контрольний  $t_{ВХі}^{ко}(Об_{v\eta}^q)$  час відправлення з  $i$ -того центру обробки. Крім того, необхідно знати маршрут проходження об'єкта інформаційного потоку  $Об_{v\eta}^q$  між центрами обробки системи. Останній із центрів обробки, який забезпечує перетворення  $Об_{v\eta}^q$  в компетентності за напрямками підготовки, повинен формувати дані про час вручення ( $t_{v\eta}^{вр}$ ) або дані про причину невручення: відсутність адресата, повернення за заявою адресата тощо.

Наведений аналіз дозволяє визначити такі потоки даних, які повинні надходити з інформаційної підсистеми в підсистему контролю:

1) під час реєстрації об'єкта інформаційного потоку  $Об_{v\eta}^q$   $i$ -ий центр обробки повинен формувати й передавати в підсистему контролю повну характеристику кожного об'єкта (2.1). Слід позначити цей вид протоколу обміну даними через Pr 1:

$$Pr1: Об_{v\eta}^q = \langle Нм_{v\eta}, v, \eta, Адр_{v\eta}^e, Адр_{v\eta}^q, Вc_{v\eta}, Ц_{v\eta}, t_{ВХі}^{фн}, t_{ВХі}^{кн} \rangle; \quad (2.33)$$

2) за результатами обробки об'єктів інформаційного потоку  $Об_{v\eta}^q$  в  $i$ -му центрі обробки й формування посилу в  $(i+1)$ -й центр обробки формуються й передаються дані протоколу Pr 2, до складу якого входять скорочені дані по  $Об_{v\eta}^q$ , скорочені дані про посилання  $Пс_i$ , у яке включено об'єкти  $Об_{v\eta}^q$ , і характеристика маршруту  $Мр_s$ :

$$Pr 2: Об_{v\eta}^q = \langle Нм_{v\eta}, v, \eta, Вc_{v\eta}, t_{ВХi}^{fo}(Об_{v\eta}^q), t_{ВХi}^{ko}(Об_{v\eta}^q), Нм_i \rangle;$$

$$Pc_i = \langle Нм_i, Вд_i, Адр_i, Адр_i, Pc_{mps} \rangle;$$

$$Mp_s = \langle Pc_{mps} \rangle;$$
(2.34)

3) за результатами вручення об'єкта інформаційного потоку  $Об_{v\eta}^q$  q-му одержувачеві формуються й передаються дані протоколу Pr 3, до складу якого входять скорочені дані по  $Об_{v\eta}^q$ , а так само дані про його вручення:

$$Pr 3: Об_{v\eta}^q = \langle Нм_{v\eta}, v, \eta, Вc_{v\eta}, t_{v\eta}^{BP}, Пнв_{v\eta} \rangle,$$
(2.35)

де  $t_{v\eta}^{BP}$  – дата й час вручення  $Об_{v\eta}^q$  q-му одержувачеві;

$Пнв_{v\eta}$  – причини невручення  $Об_{v\eta}^q$  q-му одержувачеві.

На основі переданих протоколів Pr1, Pr 2, Pr 3 у базі даних формуються такі таблиці:

- таблиця характеристик об'єктів  $Об_{v\eta}^q$  інформаційного потоку, які прийняті від e-го відправника на адресу q-го одержувача. Кожний рядок цієї таблиці є кортежем виду (2.33);

- таблиця характеристик посилань (пакетів)  $Pc_i$ , у складі яких об'єкти інформаційного потоку  $Об_{v\eta}^q$  передаються між i-ми центрами обробки. Кожний рядок цієї таблиці є кортежем виду:

$$Pc_i = \langle Нм_i, Вд_i, Адр_i, Адр_{i+1}, Pc_{mps}^i \rangle;$$
(2.36)

- таблиця шляху проходження об'єктів інформаційного потоку від e-го відправника до p-го одержувача. Кожний рядок цієї таблиці описується кортежами:

$$Пт_{vj} : \langle Нм_{vj}, Кд_{i-1}, Кд_i, t_{ВХi}^{fn}, Нм_{i-1}, Pc_{mps}^{i-1}, Вc_{vj} \rangle;$$

$$\langle Нм_{vj}, Кд_i, Кд_{i+1}, t_{ВХi}^{fo}, Нм_{i+1}, Pc_{mps}^{ш 1}, Вc_{vj} \rangle.$$
(2.37)

Заповнення таблиць виконує агент в оперативному режимі за часом надходження протоколів обміну Pr1, Pr 2, Pr 3, описаних залежностями (2.32) – (2.34).

## 2.4. Розробка моделей обробки інформації в системі дистанційного навчання

Відповідно до того, що всі часткові критерії за допомогою функції корисності (підрозділ 2.2) нормалізовані, вимоги до інформації про важливість приватних критеріїв спрощуються. Оскільки під час нормування приватних критеріїв використовувалася функція корисності вигляду (2.24), то залежно від вигляду екстремуму (напрям домінування) [33]:

$$k_{jнл} = \begin{cases} \max_{x \in X} k_j(x), & \text{якщо } k_j(x) \rightarrow \max; \\ \min_{x \in X} k_j(x), & \text{якщо } k_j(x) \rightarrow \min; \end{cases} \quad (2.38)$$

$$k_{jнх} = \begin{cases} \min_{x \in X} k_j(x), & \text{якщо } k_j(x) \rightarrow \max; \\ \max_{x \in X} k_j(x), & \text{якщо } k_j(x) \rightarrow \min. \end{cases} \quad (2.39)$$

Параметр  $\alpha_j$  визначає вигляд залежності: за умови  $0 < \alpha_j < 1$  – опукла нагору, якщо  $\alpha_j = 1$  – лінійна, якщо  $\alpha_j > 1$  – опукла вниз відповідно. Характер залежності за умови різних  $\alpha_j$  показаний на рис. 2.6.

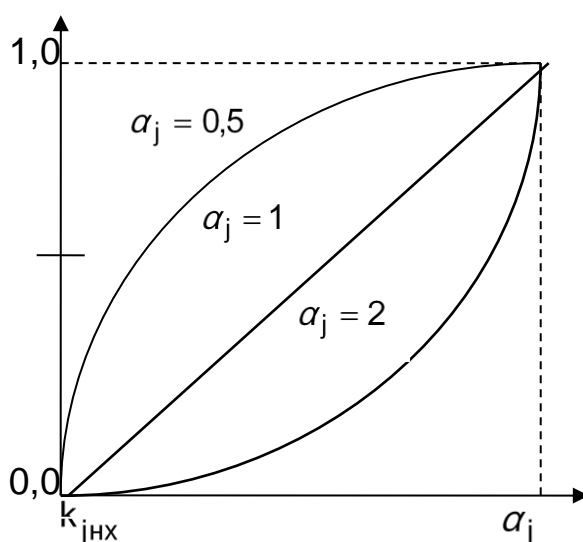


Рис. 2.6. Характер залежності локальної корисності від  $\alpha_j$

У зв'язку з тим, що на обмеженій безлічі альтернатив  $X$   $k_{jнл}$ ,  $k_{jнх}$  є константами, функція корисності (2.24) може бути записана у вигляді [17]:

$$P_j(x) = b_j k_j(x) - c_j \bar{\alpha}_j;$$

$$\text{де } b_j = \frac{1}{k_{jнл} - k_{jнх}};$$

$$c_j = \frac{k_{jнх}}{k_{jнл} - k_{jнх}}.$$

Отже, обрана функція корисності приватних критеріїв є інтервальною нелінійною шкалою з адаптованими до конкретної ситуації параметрами  $b_j$ ,  $c_j$ ,  $\alpha_j$ . Причому, за умови  $\alpha_j = 1$  вона перетворюється в лінійну інтервальну шкалу.

Під час подання даних контролю за групою параметрів оцінювання часу і якості просування в  $i$ -му центрі обробки й у групі центрів обробки виникає необхідність виокремлення таких значень критеріїв:

- номінального значення, яке відповідає рівню нормальної роботи технологічної підсистеми (норма);
- значення, яке менше (або більше) номінального значення на невелику величину, тобто значення, що забезпечує нормальну роботу технологічної підсистеми (припустиме);
- значення, яке менше або більше номінального на таку величину, яка призводить до порушення нормальної роботи технологічної підсистеми (неприпустиме).

Отже, крім кількісних значень необхідно мати і якісні показники, тобто необхідний розв'язок завдання перетворення багатозначного кількісного фактора в багатозначний якісний фактор. Наприклад, є такі значення деякого критерію  $0,47 > 0,53 > 0,61$ , яким відповідає трибальна якісна шкала: норма  $>$  припустиме  $>$  неприпустиме. Залежно від домінування значення якісного фактора будуть перебувати в різних областях якісної шкали. Наприклад, для відхилення між фактичним  $t_{ВХі}^{фн}$  і контрольним часом  $t_{ВХі}^{кн}$  початку обробки вхідного інформаційного потоку  $M_{ВХі}(t)$  встановлено, що якщо величина відхилення дорівнює нулю, то це норма,

якщо не перевищує однієї години – припустимо, якщо більше однієї години – неприпустимо. Тоді, залежно від домінування буде одержано якісну шкалу, вигляд якої наведено на рис. 2.7.

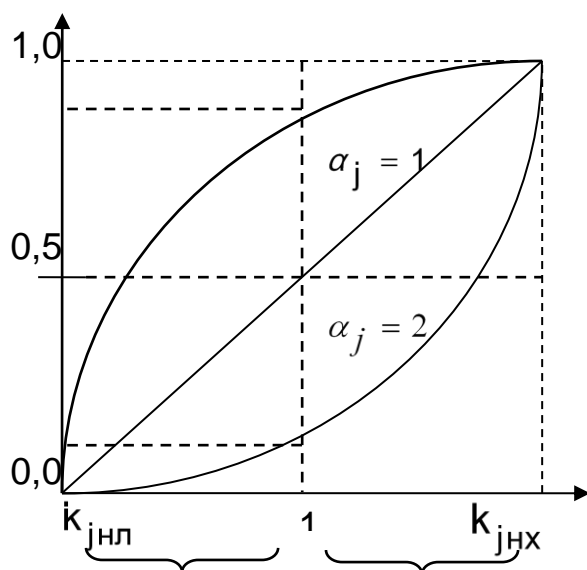


Рис. 2.7. Якісна шкала для  $F_j(K_{vx i})$

Отже:

- за умови  $\alpha_j = 0,5$  область припустимих значень  $F_j(K_{vx i})$  перебуває в межах  $0 \div 0,8$ , а неприпустимих  $0,8 \div k_{vx i нх}$ ;
- якщо  $\alpha_j = 1$ , то область припустимих значень перебуває в межах  $0 \div 0,5$ , а неприпустимих:  $0,5 \div k_{vx i нх}$ ;
- якщо  $\alpha_j = 2$ , то область припустимих значень перебуває в межах  $0 \div 0,2$ , а неприпустимих  $0,2 \div k_{vx i нх}$ .

Для груп об'ємних показників обробки інформаційних потоків центрами обробки й групами центрів обробки характерно двостороннє домінування (рис. 2.8).

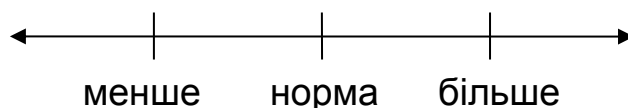


Рис. 2.8. Двостороннє домінування

У якості норми в цьому випадку можуть бути обрані планові показники. Якщо більше норми – це припустимо, якщо менше – неприпустимо.

Наприклад, обсяг контрольних завдань, які можуть передаватися між центрами обробки, не повинен перевищувати деякого значення  $V_{\text{доп}}$ . Якщо є перевищення, то це неприпустимо, якщо менше – припустимо. Якісна шкала в цьому випадку буде мати вигляд наведений на рис. 2.9.

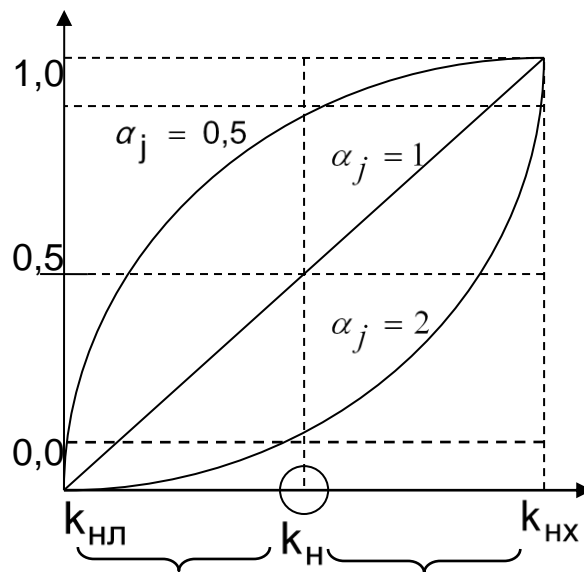


Рис. 2.9. Якісна шкала для  $P_j(K_i)$

Тоді залежно від домінування:

- для  $\alpha_j = 0,5$ , норма якщо  $P_j(K_i) = 0,75$ , то припустимо в області  $0 \div 0,75$ , а неприпустимо в області  $0,75 \div 1$ ;
- для  $\alpha_j = 1$ , норма якщо  $P_j(K_i) = 0,5$ , то припустимо в області  $0 \div 0,5$ , неприпустимо в області  $0,5 \div 1$ ;
- для  $\alpha_j = 2$ , норма якщо  $P_j(K_i) = 0,25$ , то припустимо в області  $0 \div 0,25$ , а неприпустимо в області  $0,25 \div 1$ .

Особливості перетворення кількісної шкали в якісну повинні враховуватися під час візуалізації даних контролю.

## 2.5. Багатофакторне оцінювання ефективності використання обраних компетентностей

У загальному випадку кількість критеріїв контролю, за якими виконується оцінювання стану інформаційної системи, може бути досить значним (20 – 60). За умови великої кількості центрів обробки інформаційних потоків (сотні – тисячі) візуалізація даних контролю та їх аналіз ОПР викликає більші ускладнення, оскільки біля кожного з центрів обробки необхідно розмістити кілька десятків візуальних об'єктів, які описують стан контрольованих параметрів за обраними критеріями контролю. Для зменшення кількості візуальних об'єктів необхідно зменшити їх кількість шляхом угруповання за певними ознаками і вирішення завдання ідентифікації моделі багатофакторного оцінювання для кожної із груп, а також для отриманих групових параметрів, зменшивши їх кількість до двох – трьох. Крім того, ОПР повинна мати можливість змінювати результати розв'язку завдання ідентифікації моделі багатофакторного оцінювання залежно від зміни важливості тих або інших критеріїв контролю.

Спільне завдання ідентифікації моделі багатофакторного оцінювання полягає в такому [4; 37]: ОПР на основі оцінок за безліччю критеріїв  $\{k(x)\}_{j=1}^m$  установлює якісну корисність на безлічі альтернатив  $x \in X$ . Вона може бути виражена безліччю бінарних відносин еквівалентності  $R_E(X) = \{(x, y) : x, y \in X, x \sim y\}$ , нестрокої переваги  $R_{NS}(X) = \{(x, y) : x, y \in X, x \succsim y\}$ , строгої переваги  $R_S(X) = \{(x, y) : x, y \in X, x \succ y\}$  й подана порядком одного з видів:

$$R^q(X) = x^0 \succ x_1 \succ x_j \succ \dots \succ x_m, \quad (2.40)$$

$$R^q(X) = x^0 \succ x_1 \sim x_j \succ \dots \succ x_m, \quad (2.41)$$

$$R^q(X) = x^0 \succ x_1 \succ x_j \succ \dots \succ x_m. \quad (2.42)$$

Потрібно для встановленого ОПР порядку  $R^q(X)$  (2.40), (2.41) або (2.42) вибрати вигляд моделі багатофакторного оцінювання  $P_{\delta}(x, q_M)$  з безлічі припустимих видів  $\delta \in \Delta$ , підібрати найкращі значення параметрів



$q_M \in Q_M$  (де  $Q_M$  – безліч припустимих векторів параметрів моделі). При цьому вибір ОПР єдиного варіанта  $x^0 \succ x_j \quad \forall x_j \in X, x_j \neq x^0$  можна розглядати як окремий випадок (2.41) вигляду  $R^q(X) = x^0 \succ x_1 \sim x_2 \sim \dots \sim x_m$ .

Безліч припустимих видів моделей  $\Delta = \{\delta\}$  містить у собі адитивні, мультиплікативні, змішані моделі, моделі для вибору розв'язків в умовах невизначеності цілей і ризику.

Декомпозиція завдань ідентифікації моделей багатofакторного оцінювання  $P_\delta(x, q_M)$ ,  $x \in X$  [36] дозволила виділити в них такі комплекси завдань: структурної (вибір виду моделі  $\delta \in \Delta$ ) і параметричної ідентифікації функцій корисності критеріїв (визначення  $q_M = q_E = [\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_m]$  або  $q_M = q_E = [\alpha_{\xi_1}, \alpha_{\xi_2}, \dots, \alpha_{\xi_m}]$ ) і функції загальної корисності (визначення  $q_M = q_A = [\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m]$  або  $q_M = q_B = [\beta_j, 1_{j=1}^m]$ ).

Вектор параметрів  $q_M$  для кожного з видів моделей  $P_\delta(x, q_M)$ ,  $\delta \in \Delta$ , у загальному випадку, складається із трьох векторів  $q_M = [q_E, q_A, q_B]$ , де  $q_E$  – вектор параметрів функції корисності приватних критеріїв (ФПЧК);  $q_A$  – вектор параметрів функції загальної корисності (ФЗК);  $q_B$  – вектор адаптаційних параметрів ФЗК.

Під час вирішення завдання багатofакторного оцінювання функціонування технологічної підсистеми, як правило, використовується модель вигляду (1.9) для груп критеріїв, безлічі груп і в цілому. У підрозділі 2.1 виділені основні групи параметрів, які характеризують стан технологічної підсистеми, а в підрозділі 2.2 – критерії ефективності функціонування технологічної підсистеми. На основі цього пропонується така процедура багатofакторного оцінювання.

Для кожної із груп критеріїв виконується вирішення завдання параметричної оптимізації функції корисності критеріїв групи. У результаті за кожною з  $\mu$ -й групі буде одержано значення критеріїв  $K_\mu$ .

Отримані критерії груп  $K_\mu$  групуються таким чином, щоб можна було одержати не більш 3-х критеріїв 3-го рівня. Для цього також виконується вирішення завдання параметричної оптимізації функції корисності критеріїв  $K_\mu$ . У результаті буде одержано значення критеріїв верхнього рівня:  $K_\varepsilon$ , які використовуються для візуалізації даних контролю.

Під час зміни переваг ОПР процедура виконується з етапу 1.

Основною проблемою під час використання цієї процедури є вибір методу вирішення завдання параметричної ідентифікації функції корисності критеріїв.

За умови наявності інформації про характер зміни цінності значень приватних критеріїв використовують ФПЧК вигляду (2.24) або вигляду:

$$\xi_j(\bar{k}_j(x)) = \begin{cases} \alpha_j \cdot \left( \frac{P_j(k_j)}{\bar{k}_{j\alpha}} \right)^{\alpha_{1j}}, & 0 \leq P_j(k_j) \leq \bar{k}_{j\alpha}, \\ \alpha_j + (1 - \alpha_j) \cdot \left( \frac{P_j(k_j) - \bar{k}_{j\alpha}}{1 - \bar{k}_{j\alpha}} \right)^{\alpha_{2j}}, & \bar{k}_{j\alpha} < P_j(k_j) \leq 1, \end{cases} \quad (2.43)$$

де  $P_j(k_j) = \left( \frac{k_j - k_{нхj}}{k_{нлj} - k_{нхj}} \right)$  – нормоване значення  $j$ -го частки критерію;

$k_j$  – значення  $j$ -ої частки критерію;

$k_{нлj}, k_{нхj}$  – найкраще й найгірше значення  $j$ -го критерію;

$\bar{k}_{j\alpha}$  – нормоване значення координати  $k_{j\alpha}$  точки перегину функції;

де  $k_{j\alpha}, \alpha_j$  – значення координат точки перегину функції,  $0 \leq \alpha_j \leq 1$ ;

$\alpha_{1j}, \alpha_{2j}$  – параметри, що визначають вид залежності (лінійна, опукла, увігнута), відповідно, на початковому й кінцевому відрізках.

Основною проблемою під час практичного використання є вибір значень параметрів. Джерелом інформації для вибору значень параметрів можуть слугувати оцінки експертів. Варто припустити, що експертним (або яким-небудь іншим) шляхом удалося визначити для ряду зі  $l$  значень  $j$ -ої частки критерію  $k_{j1} = k_j(x_1), k_{j2} = k_j(x_2), \dots, k_{jl} = k_j(x_l), j = \overline{1, m}$  значення корисності  $\xi_j(k_{j1}) = \tilde{\xi}_{j1}, \xi_j(k_{j2}) = \tilde{\xi}_{j2}, \dots, \xi_j(k_{jl}) = \tilde{\xi}_{jl}$ . Необхідно визначити найкраще значення параметрів ФПЧК вигляду (2.43). Треба виконати перетворення значень приватних критеріїв за схемою (2.24), якщо  $\alpha_j = 1$ . Слід позначити перетворені значення  $k_{js} = \xi_j(k_j(x_s)), s = \overline{1, l}$ . Вибір найкращих значень параметрів  $q_{j\alpha} = [j\alpha, \alpha_j, \alpha_{1j}, \alpha_{2j}]$  ФПЧК  $j = \overline{1, m}$  може

бути проведений за одним із показників її відхилень від усієї безлічі заданих точок  $\{k_{js}, \xi_{js}\}, j = \overline{1, m}, s = \overline{1, l}$ :

$$S(\bar{k}_{j\alpha}, \alpha_j, \alpha_{1j}, \alpha_{2j}, K_j(x), \Xi_j(x)) \rightarrow \min_{\bar{k}_{j\alpha}, \alpha_j, \alpha_{1j}, \alpha_{2j}},$$

де  $K_j(x) = \{k_{js}\}, \Xi_j = \{\xi_{js}\}, j = \overline{1, m}, x \in X, s = \overline{1, l}$ .

Завдання параметричної ідентифікації ФСК  $P(x, q_M)$  для  $q_M = q_A$  формулюється в такий спосіб: для встановленого ОПР порядку  $R^q(X)$  вигляду (2.40), (2.41), або (2.42) та обраного вигляду моделі багатofакторного оцінювання  $P_\delta(x, q_M), x \in X$  підібрати найкращі значення параметрів  $q_M \in Q_M$ , де  $Q_M$  – безліч припустимих значень векторів параметрів. При цьому  $Q_M = Q_A$ .

$$Q_A = \left\{ q_A = \{\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m\} : \lambda_j \geq 0 \quad \forall j = \overline{1, m} / \sum_j \lambda_j = 1 \right\}.$$

Для переваг ОПР у вигляді (2.40) на основі відносини  $R_\delta(X)$  як критерій можна використовувати максимум мінімальної різниці ФСК суміжних альтернатив  $x_s, x_{s+1} \in R^q(X)$ :

$$S = \min_{j \leq s \leq d-1} \{ P_\delta(x_s, q_M) - P_\delta(x_{s+1}, q_M) \} \rightarrow \max_{q_M \in Q_M};$$

або максимум суми різниць ФСК суміжних альтернатив:

$$S = \sum_{s=1}^{d-1} |P_\delta(x_s, q_M) - P_\delta(x_{s+1}, q_M)| \rightarrow \max_{q_M \in Q_M},$$

де  $d = \text{Card } X$  – потужність безлічі альтернатив;

$P_\delta(x_s, q_M)$  – значення ФСК виду  $\delta$  зі значеннями параметрів  $q_M$  для альтернативи  $x_s$ .

Для переваг ОПР, які можуть бути виражені у вигляді відносини еквівалентності  $R_\delta(X)$ , у якості критерію можна використовувати суму модулів різниці значень ФСК:

$$S = \sum_{s=1}^{d-1} |P_{\alpha}(x_s, q_M) - P_{\alpha}(x_{s+1}, q_M)| \rightarrow \min_{q_M \in Q_M}.$$

На перевазі вигляду (2.42) необхідно попередньо виділити бінарні відносини строгої переваги  $R_{\alpha}(X)$  й еквівалентності  $R_{\beta}(X)$ . Тоді в якості критерію ідентифікації можна використовувати відношення вигляду:

$$S(q_M) = S_{\beta}(q_M) + \frac{1}{S_{\alpha}(q_M)} \rightarrow \min_{q_M \in Q_M},$$

$$\text{де } S_{\beta}(q_M) = \sum_{x_j, x_s \in R_{\beta}(X)} |P_{\alpha}(x_j, q_M) - P_{\alpha}(x_s, q_M)|;$$

$$S_{\alpha}(q_M) = \sum_{x_j, x_s \in R_{\alpha}(X)} |P_{\alpha}(x_j, q_M) - P_{\alpha}(x_s, q_M)|.$$

Для розв'язку завдання параметричної ідентифікації ФСК можуть бути використані методи на основі компараторної схеми [18]. Вони мають свою специфіку залежно від постановки завдань, використовуваних критеріїв ідентифікації, схем регуляризації завдань і процедур пошуку їх розв'язків.

На основі аналізу й обґрунтування вимог до визначення компетентності в системі дистанційного навчання авторами виконано формалізацію дискретних інформаційних потоків і маршрутів їх просування в системі, обґрунтовано вибір параметрів і розроблено математичні моделі оцінювання стану інформаційної підсистеми.

Розроблені математичні моделі обробки інформації в системі дистанційного навчання на базі функції корисності приватних критеріїв з адаптивними параметрами.

Розглянуті питання багатофакторного оцінювання ефективності обраних компетентностей.

## **Розділ 3. Математичні моделі синтезу структури системи дистанційного навчання**

Синтез структури системи дистанційного навчання ґрунтується на аналізі інформаційних вимог до структури інформаційної системи, розробці критеріїв оцінювання ефективності отриманих структур, розробці моделей вибору ефективної структури, а також моделей адаптації структури підсистеми контролю до структурних і параметричних змін у інформаційній системі.

### **3.1. Аналіз інформаційних вимог до системи дистанційного навчання**

У ході створення системи дистанційного навчання необхідно дотримуватись таких принципів:

- безперервності – забезпечення дистанційного навчання на всіх рівнях традиційної системи;
- інтеграції – створення доступних електронних бібліотек навчальних курсів, банків даних та баз знань із захистом відповідних авторських прав;
- глобалізації – відкритості інформаційно-освітніх ресурсів, можливості використання будь-яких телекомунікаційних мереж;
- диверсифікації – урахування необхідності адаптації різних технологій дистанційного навчання (ДН) до різноманітних умов навчання;
- децентралізації – не повинна обмежуватися самостійність установ ДН у вирішенні питань організації навчального процесу на місцях, включаючи можливості переведення навчально-інформаційних матеріалів на різні мови і викладання на них;
- взаємовигідності – співпраця здійснюється на основі взаємовигідного обміну інформацією та ін.

Технології дистанційного навчання складаються з педагогічних та інформаційних технологій дистанційного навчання [7].

### **3.1.1. Педагогічні технології дистанційного навчання**

**Педагогічні технології дистанційного навчання (ПТДН)** – це технології опосередкованого активного спілкування викладачів зі студентами з використанням телекомунікаційного зв'язку та методології індивідуальної роботи студентів зі структурованим навчальним матеріалом, поданим в електронному вигляді.

**Інформаційні технології дистанційного навчання (ІТДН)** – це технології створення, передачі і збереження навчальних матеріалів, організації і супроводу навчального процесу дистанційного навчання за допомогою телекомунікаційного зв'язку.

Незначна за часом та обсягом частина навчального процесу дистанційної освіти може здійснюватись за денною формою (складання іспитів, практичні, лабораторні роботи тощо). Кількісні та змістовні показники цієї частини залежать від напряму підготовки (спеціальності) та етапу розвитку дистанційної освіти і визначаються нормативними документами міністерства освіти і науки України.

Технології дистанційного навчання можуть використовуватись не тільки в дистанційній освіті, а й в інших формах навчання: денній, заочній, екстернаті; крім того, в окремих дисциплінах або блоках дисциплін, що призначені для підвищення освітнього рівня чи кваліфікації окремих осіб та (або) груп слухачів.

Найбільш актуальним напрямом в області розробки СДН зараз є ІТ-технології, які передбачають використання широких можливостей Інтернет-технологій та останніх досягнень в області мультимедіа. Інтернет забезпечує доступ до навчально-методичних матеріалів, а також інтерактивну взаємодію між викладачами та студентами, гарантує постійний контакт із навчальним закладом.

Систему дистанційного навчання за допомогою Інтернету (інакше – систему онлайнного навчання (СОН)) можна визначити як комплекс програмно-технічних засобів, методик і організаційних заходів, які дозволяють забезпечити доставку освітньої інформації тим, хто навчається за допомогою мережевих технологій, а також перевірку знань, отриманих в рамках курсу навчання конкретним слухачем.

Система дистанційного навчання або онлайнного навчання повинна володіти такими основними можливостями:

розміщення матеріалів навчальних курсів на web-ресурсах;

можливості реєстрації тих, хто навчається в онлайн-режимі;  
проходження курсу навчання, включаючи офлайнову роботу з матеріалом і онлайнове спілкування з викладачем;

перевірка знань, проведення тестування у процесі навчання, проведення атестації тих, хто навчається після закінчення курсу навчання.

Повноцінна СДН повинна мати можливості подання інформації таких типів:

звичайні тексти, графічне (або 3D-графіка) подання навчальних матеріалів, матеріали у вигляді анімації (Flash-анімація), навчальні аудіо-та відеофайли, організація відеокурсів онлайн.

Розглянуті способи подання інформації в Інтернеті стали вже досить традиційними. При цьому необхідно враховувати специфіку певного курсу і пропускні спроможності каналів конкретних користувачів.

У сучасних умовах центральним процесом дистанційного навчання знаходиться самостійна пізнавальна діяльність студентів. Вчення, самостійне набуття та застосування знань має стати потребою, мотивацією сучасної людини протягом усього її свідомого життя. Самостійне набуття знань не повинне носити пасивний характер, а навпаки, той, хто навчається, з самого початку повинен бути залучений в активну пізнавальну діяльність, застосовуючи отримані знання на практиці. В ході такого навчання суб'єкт, насамперед, повинен навчитися здобувати і застосовувати знання, шукати і знаходити потрібні для них засоби навчання та джерела інформації, вміти працювати з цією інформацією.

Організація самостійної індивідуальної або групової діяльності тих, хто навчається на основі технологій ДН, передбачає не меншою мірою, ніж у традиційному навчанні, використання новітніх педагогічних технологій, що стимулюють розкриття внутрішніх резервів і одночасно сприяють формуванню соціальних якостей особистості: вмінню працювати в колективі, виконувати різні соціальні ролі, допомагати один одному у спільній діяльності.

Упровадження технологій ДН повинно здійснюватися на основі відповідного дидактичного забезпечення. Під дидактичним забезпеченням ДН розуміється комплекс взаємопов'язаних за дидактичними цілями і завданнями різноманітних видів змістовної навчальної інформації на різних носіях, які розроблені з урахуванням вимог щодо організації навчального процесу та психо-фізіологічних можливостей тих, хто навчається. Для ДН

притаманні так само, як і для традиційного навчального процесу, загальні дидактичні методи навчання.

У даний час основою ДН є системи, які отримали назву навчальних систем. **Навчальна система (НС)** – це система, що призначена для навчання користувачів. У навчальній системі широко застосовуються технології гіперсередовища і гіпертексту, що дозволяє виділяти об'єкти знань і асоціативно пов'язувати їх один з одним. Основним завданням навчальної системи є ефективна передача знань залежно від ступеня підготовленості користувачів і їх здатності засвоювати отриману інформацію. Оцінка рівня підготовленості користувача здійснюється в зворотних зв'язках навчального процесу та реалізується за допомогою контролюючих підсистем, що входять в навчальну систему разом з основною і допоміжними підсистемами.

Основою інформаційної навчальної системи є навчально-методичний комплекс (НМК), який може використовуватися для реалізації дистанційного навчання на всіх рівнях і в різних формах здобуття освіти. НМК може підтримувати такі форми освітньої діяльності, як основна денна, заочна освіта, а також самоосвіта і самодіяльна творчість студентів. У конкретній предметній області НМК повинен відповідати основним вимогам, що висуваються державними освітніми стандартами [7].

Склад і структура НМК визначаються викладачем, і є досить гнучкою системою, яка залежить від змісту предметної області, для якої вони розробляються. Під час використання технології ДН, заснованої на застосуванні НМК, педагогом спочатку визначаються структура і зміст комплексу, відповідно до мети і змісту навчання, завдань, що вирішуються і методів, які він буде використовувати. Результатом проектування і конструювання педагогом технології навчання є технологічна карта, що становить свого роду паспорт проекту майбутнього навчального процесу, в якому цілісно подані головні його параметри, які забезпечують успіх навчання: діагностика навчального процесу, логічна структура, дозування матеріалу та контрольних завдань, опис дидактичного процесу у вигляді поетапної послідовності дій педагога із зазначенням черговості застосування відповідних елементів дидактичного комплексу, систему контролю, оцінювання й корекції. Таким чином, у рамках інформаційно-освітнього забезпечення СДН технологія навчання розглядається не тільки як процес або результат його проектування (опис, модель), але і як специфіч-



ний засіб, своєрідний "інструмент", що дозволяє педагогу організувати навчальний процес на високотехнологічному рівні.

### **3.1.2. Інформаційні технології дистанційного навчання**

Як було зазначено, територіальна віддаленість тих, хто навчається, і тих, хто навчає, передбачає наявність спеціальних педагогічних форм, методів і технологій навчання, що вимагають для своєї реалізації спеціалізованого інформаційно-комунікаційного забезпечення, що складається з відповідних програмно-технічних ресурсів та особливих дидактичних засобів.

Під програмно-технічними ресурсами дистанційного навчання слід розуміти комплекс технічних, програмно-апаратних засобів, систем і пристроїв, що функціонують на базі обчислювальної техніки, сучасних засобів і систем обміну інформаційними ресурсами, які забезпечують автоматизацію введення, накопичення, зберігання, обробки, передачі інформації та оперативного управління цими процесами.

Аналіз сучасного стану та використання інноваційних технологій у ВНЗ дозволяє зробити висновок: найбільшого педагогічного ефекту від застосування програмних продуктів навчального призначення у навчальному процесі можна досягти, якщо забезпечити комплексність використання різних засобів інформаційних та комунікаційних технологій у різноманітних видах навчальної діяльності. Це забезпечується за допомогою спеціально розробленого програмного продукту навчального призначення, який орієнтовано на забезпечення навчального процесу в комплексі, а не на організацію певного навчального курсу.

Для вирішення завдань, пов'язаних із підвищенням ефективності функціонування ВНЗ в СДН, велике значення має забезпечення інтеграції всіх його інформаційних ресурсів в єдину систему і формування середовища дистанційного навчання. Одним зі шляхів досягнення цієї мети є використання Інтернету та web-технологій, що дозволяють створити відкритий інформаційний комплекс, в якому вузівський сервер є компонентом, що інтегрує всі інформаційні ресурси ВНЗ і надає уніфікований доступ до цих ресурсів викладачам, студентам і управлінським службам у повсякденній діяльності.

Сучасні інформаційні технології відкривають студентам доступ до нетрадиційних джерел інформації, підвищують ефективність самостійної роботи, дають цілком нові можливості для творчості, набуття та закріп-

лення різних професійних навичок, дозволяють реалізовувати принципово нові форми і методи навчання із застосуванням засобів концептуального і математичного моделювання явищ і процесів.

Використання ІТ дає можливість значно оптимізувати навчально-виховний процес, забезпечивши реалізацію двох найважливіших принципів інтегрованості і технологічності. За таких умов використання єдиного інформаційно-освітнього середовища істотно знижує загальні витрати і час на розробку та використання навчальних курсів; забезпечує сучасний рівень функціональних і комунікаційних можливостей користувальницького графічного інтерфейсу курсів; дозволяє виключити помилки початківців-розробників навчальних курсів.

У даний час багато організацій, що займаються стандартизацією, обговорюють створення нової архітектури навчальних програм на основі web. У ході цих обговорень повинні з'явитися нові специфікації і критерії створення таких моделей обміну навчальними матеріалами – SCORM (Sharable Content Object Reference Model).

Під час вибору програмного забезпечення для систем навчання можна враховувати такі характеристики:

надійність в експлуатації;

безпека;

сумісність (відповідність стандартам);

зручність використання і адміністрування;

модульність;

забезпечення доступу;

вартість програмного забезпечення, супроводу та апаратної частини.

Їх окремий розгляд допомагає глибше зрозуміти технічні вимоги до систем навчання.

*Надійність в експлуатації.* Цей параметр характеризує зручність адміністрування і простоту оновлення контенту за допомогою вже існуючих шаблонів. Вибираючи програмне забезпечення, необхідно звернути увагу на те, щоб зміст навчального курсу і структура сайту були розділені, щоб під час оновлення контенту розробники навчальних курсів не могли випадково видалити важливі пункти меню. Потрібно перевірити систему допомоги і переконатися, що вона дійсно корисна.

Якщо в систему важко додавати нових користувачів, виключати старих, додавати контент, або виникають проблеми з оновленням сайту тощо. викладачі (розробники) можуть відмовлятися від її використання.

*Сумісність.* Сумісність – це можливість взяти один і той же навчальний матеріал і, не вносячи в нього змін, використовувати його в різних системах управління навчанням. У даний час стандарти є тільки загальним напрямом для досягнення сумісності.

Системи повинні бути сумісні з іншими e-learning рішеннями. Хоча "універсального" програмного рішення, яке б відповідало усім можливим стандартам, не існує, все ж можна обрати систему, яка підтримує хоча б один широко поширений стандарт.

Окремо слід зазначити, в яких випадках може знадобитися сумісність: обмін (переміщення) контенту з однієї системи управління навчання в іншу; використання розроблених курсів.

Одним зі способів гарантувати сумісність – шукати програмне забезпечення, що підтримує певні стандарти, які прийняті в індустрії створення СДН. В ідеальному випадку воно повинно дозволяти використання одних і тих же навчальних матеріалів у різних системах управління навчання та управління контентом.

*Зручність використання і адміністрування.* Під час вибору нової системи необхідно забезпечити зручність її використання. Це важливий параметр, оскільки потенційні користувачі ніколи не стануть використовувати технологію, яка здається громіздкою або створює труднощі у ході навігації. Технологія навчання повинна бути інтуїтивно зрозумілою.

Викладачі, в свою чергу, повинні виконувати об'ємне керівництво з використання курсів або витратити час на те, щоб зрозуміти, як можна створити тест. Програмне забезпечення повинно бути простим і відкритим.

*Модульність.* У сучасних системах дистанційного навчання можуть використовуватися невеликі взаємозамінні об'єкти знань – невеликі елементи навчального контенту. Це невеликі самодостатні інформаційні блоки, які можуть бути повторно використані для навчальних цілей. Об'єкти знань можуть просто переноситися з одного курсу або заняття в інший, абсолютно відмінний від нього курс. Мета створення цих об'єктів – скорочення часу розробки курсів, оскільки, створивши один об'єкт, його можна повторно використовувати знову і знову. Такі блоки можуть з'єднуватися, роз'єднуватися і розташовуватися в різному порядку незалежно від їх розміру або змістовного наповнення.

Необхідно, щоб обрана система підтримувала цей вид функціональності, тобто дозволяла визначати об'єкти знань і дозволяла розробнику курсів пов'язувати об'єкти знань з метою навчання.

*Забезпечення доступу.* Це питання має два аспекти.

Перший: користувачі не повинні мати перешкод для доступу до навчального контенту (навчальних матеріалів). Наприклад, вони мають бути сумісними з програмами, що забезпечують зчитування тексту на екрані для тих осіб, у кого ослаблений зір.

Другий аспект – необхідно переконатися, що технологія, яка застосовується, може бути придатна для всіх можливих користувачів. Наприклад, якщо деякі з користувачів не мають останнього варіанта Macromedia Flash, вони не побачать анімації, створеної в цій технології.

Програмне забезпечення має бути протестованим із тими браузерами, які будуть використовувати користувачі. Щоб переконатися, що навчальні курси працюють на платформі, яка повинна бути, необхідно здійснити тестування за кількома сценаріями. Провести тестування на декількох комп'ютерах із різними варіантами браузерів і програмного забезпечення або необхідно запропонувати жорсткі рекомендації про конфігурацію обладнання.

*Вартість ПЗ, супроводу та апаратної частини.* Також важливий аспект – це ціна програмного забезпечення.

Під час підрахунку ціни потрібно враховувати таке:

вартість всього ПЗ, включаючи: саму систему; операційну систему; СКБД; антивірусні програми; ПЗ для безпеки та ін.;

вартість апаратної частини, включаючи: сервер; резервування живлення; систему резервування даних; мережеві і каналні засоби.

Під час проведеного аналізу необхідно зазначити, що більшість систем дистанційного навчання будуються на основі портальної схеми. В основі даної технології знаходиться трирівнева архітектура "клієнт – сервер", яка розподіляє процес обробки даних між клієнтом, сервером додатків і сховищем даних. Застосування архітектури "клієнт – сервер", дозволяє:

забезпечити доступ користувачів до курсів дистанційного навчання як із корпоративної мережі (навчального закладу), так і з мережі Інтернет;

об'єднати різні програмно-апаратні рішення в єдину систему;

забезпечити надійну роботу з великими масивами інформації через локальні і глобальні комп'ютерні мережі;

підвищити продуктивність інформаційної системи за рахунок розподіленої обробки даних за допомогою нарощування системи.

Для реалізації даної схеми в системі дистанційного навчання пропонується використання таких рекомендацій.

Апаратне забезпечення можна розділити для зручності розгляду на серверне та клієнтське. Сервер є структурованим сховищем мультимедійних інформаційних навчальних ресурсів (таких, як електронні книги, аудіо- та відеокурси, тести), доступних із мережі Інтернет. В основі структурування інформації лежить відділення частини оформлення від змістовної на кожному рівні побудови системи. У ході цього сервер вузла ДН може складатися з таких компонентів [21]:

- інтерфейси користувача (web-інтерфейс, графічний інтерфейс та інше), які призначені для організації взаємодії з клієнтською програмою користувача (це може бути web-браузер);

- абстрактний інтерфейс користувача слугує сполучною ланкою між конкретними реалізаціями інтерфейсу користувача і системою в цілому і може бути описаний XML-похідною мовою опису інтерфейсу;

- багатопоточний сервер – компонент системи, який використовується для паралельної обробки запитів інтерфейсу одночасно від декількох користувачів і передачі цих запитів віртуальній машині;

- віртуальна машина є ядром системи, де відбувається робота активних ресурсів;

- менеджер реєстру слугує для роботи з реєстром інформаційних ресурсів системи;

- менеджер користувачів призначений для роботи з записами користувачів системи;

- менеджер сесій слугує для роботи із записами сесій користувачів системи;

- системні функції містять низькорівневі методи для взаємодії з операційною системою і СКБД.

Користувачі отримують доступ до системи за допомогою використання "надтонкого клієнта", в якості якого виступає web-браузер. Це значно спрощує як розробку системи (немає необхідності написання клієнтської програми), так і її експлуатацію (застосовується один з поширених web-браузерів).

Запропонований підхід має низку переваг: універсальність інформаційного наповнення, модульність інформаційних ресурсів, високий

ступінь масштабованості, орієнтованість на використання мережі Інтернет, відкритість архітектури, підтримка IMS – Instructional Management Systems (системи організації навчання), повний web-інтерфейс, висока продуктивність [8].

Таким чином, використання запропонованої програмно-технічної реалізації вузлів дистанційного навчання на базі мережі Інтернет і розробленого інформаційно-освітнього середовища щодо забезпечення дистанційного навчання дозволить:

сформувати необхідну інформаційно-телекомунікаційну інфраструктуру для забезпечення освітнього середовища системи ДН навчального закладу;

сприяти розвитку доступу студентів до телекомунікаційних мереж, електронних бібліотек, архівів, баз даних, бібліотекам науково-технічної інформації;

сприяти підвищенню рівня підготовки та перепідготовки кадрів на основі використання технологій ДН.

### 3.2. Теоретико-інформаційна модель процесу навчання

Слід розглянути множину  $O = \{O_1, O_2, \dots, O_m\}$  тих, хто навчається з використанням СДН і множину операцій і відносин, заданих на ній. Очевидно, що без утрати спільності можна обмежитися розглядом тільки операцій, тобто тернарних відносин, щодо яких множина  $O$  замкнута. Варто обмежити розмірність задачі, розглядаючи осіб, що навчаються у вигляді множини атрибутів такого вигляду:

$$O_i = \{O_i^A, O_i^S, O_i^P, O_i^U, O_i^Q, O_i^N, O_i^Z\},$$

де  $O_i^A$  – початковий рівень підготовленості до навчання  $i$ -ої особи, що навчається;

$O_i^S$  – здатність до навчання  $i$ -ої особи, що навчається;

$O_i^P$  – психологічні властивості особистості  $i$ -ої особи, що навчається;

$O_i^U$  – рівень підготовки  $i$ -ої особи, що навчається, до роботи з системою;

$O_i^Q$  – фактори відносини  $i$ -ої особи, що навчається, до системи;

$O_i^N$  – знання і-ої особи, що навчається, у прикладній області задач;

$O_i^Z$  – рівень компетентності і-ої особи, що навчається після завершення навчання.

Визначені атрибути є складними, тобто складаються з більш простих.

Так для атрибуту  $O_i^S$  можна задати такий кортеж:

$$O_i^S = \langle M_i, L_i, I_i, T_i \rangle,$$

де  $M_i$  – моторні навички і-ої особи, що навчається;

$L_i$  – лінгвістичні навички і-ої особи, що навчається;

$I_i$  – розумові здібності і-ої особи, що навчається;

$T_i$  – творчі здібності і-ої особи, що навчається.

Щодо атрибуту  $O_i^P$ , то для нього можна виділити такі складові, як увага, стійкість до стресів.

Розумові здібності  $I_i$  доцільно подати у вигляді множини таких атрибутів:

$$I_i = \langle IQ_i, Tr_i \rangle$$

де  $IQ_i$  – коефіцієнт інтелекту (IQ) і-ої особи, що навчається;

$Tr_i$  – тип пам'яті і-ої особи, що навчається.

Доцільно більш детально розглянути деякі операції на множині  $O_i$ . Багато дослідників проектують процес навчання з використанням СДН тільки з погляду взаємодії осіб, що навчаються з комп'ютерною системою, тобто розглядають осіб, що навчаються в якості користувача ПК. У цьому випадку моделювання процесів навчання спрямоване на доцільний розподіл функцій між людиною і машиною та облік реальних можливостей і здібностей переробки інформації користувачем діалогової системи навчання.

Окреме значення в дослідженні різних сторін діяльності користувача комп'ютеризованої системи навчання мають теоретико-інформаційні моделі, в основу яких покладене застосування інформаційної міри для оцінювання продуктивності людини під час переробки інформації.

У найпростішій формальній інтерпретації процес навчання можна подати як перетворення вигляду  $f : O_i^A \rightarrow O_i^Z$ , тобто процес навчання виступає ні чим іншим як процесом виконання операцій модифікації вихідного кінцевого алфавіту:

$$A_1 = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$$

де,  $a_i$  – це складові компетентностей, тобто знання, вміння, навички, поняття, звички, прийоми й алгоритми рішень у предметній області, що розглядається тощо.

Такими операціями можуть бути розширення вихідного алфавіту такого виду:

$$A_2 = A_1 \cup A_1'$$

де  $A_1' = \{a_1', a_2', \dots, a_m'\}$  та  $a_i' \neq a_j \quad \forall i, j$ .

Також відомі перекодування  $A_1$ , зміни його структури, зміни елементарних подій і тощо.

Нехай  $M_{\text{ВХ}}$  – теоретико-інформаційна міра пропускної здатності під час обробки вхідного потоку, поріг якої є індивідуальною оцінкою кожної людини. Також слід визначити, що  $M_{\text{ВХ}}^0$  – теоретико-інформаційна міра пропускної здатності особи, що навчається, а  $P$  – інформаційна насиченість вхідного потоку  $(0 \leq P \leq 1)$ . Тоді правомірним є використання таких співвідношень:

а) для будь-якого користувача на початковому етапі навчання з використанням СДН:

$$M_{\text{ВХ}}^0 \leq \max M_{\text{ВХ}};$$

б) для добре тренованого у використанні СДН користувача:

$$M_{\text{ВХ}}^0 \leq (1 - P) \max M_{\text{ВХ}};$$



в) у процесі навчання користувача:

$$\leftarrow -P \int \max M_{\text{вх}} < M_{\text{вх}}^0 < \max M_{\text{вх}}.$$

Для вивчення явищ, що виникають в умовах інформаційного переваження користувача, доцільно впровадити теоретико-інформаційну модель, що описує алгоритмічну систему, яка є загальним способом визначення алгоритмів перетворення інформації людиною і призначена для вивчення властивостей таких алгоритмів.

Нехай  $N$  – потужність алфавіту  $A_1$ ,  $L$  і  $ДН$  – множина вхідних і вихідних слів в алфавіті  $A_1$ ,  $L_1 \subset L$  і  $K_1 \subset K$  – їх підмножини з максимальною довжиною слова відповідно.

Як спосіб опису алгоритму в кінцевому дискретному алфавіті з кінцевою довжиною слова користувач реалізує алфавітний оператор вигляду  $\psi : L_1 \rightarrow K_1$ , що конструктивно визначається табличним способом із записом у багатовимірну асоціативну пам'ять.

При цьому

$$|L_1| \leq N^n; |K_1| \leq N^m.$$

Слід розглянути на даній моделі конкретні ситуації перетворення інформації. Для випадку роботи користувача з метою перетворення інформації в нормальних умовах, потужності множин  $L_1$  і  $K_1$  визначаються зі співвідношень:

$$|L_1| = 2^{NM_{\text{вх}}}; |K_1| = 2^{NM_{\text{вих}}}.$$

Якщо слова мають рівну довжину і вхідні літери алфавіту вибираються з рівною імовірністю, то:

$$M_{\text{вх}} = \log_2 n; M_{\text{вих}} = \log_2 m.$$

Якщо задані частоти появи літер алфавіту у вхідній і вихідній множинах, то:

$$M_{\text{вх}} = -\sum_{i=1}^n p_i \log_2 p_i;$$

$$M_{\text{вих}} = -\sum_{j=1}^n p_j \log_2 p_j .$$

У ході роботи особи, яка навчається, в режимі інформаційного перевантаження ( $M_{\text{вх}} > M_0$ ) можливі кілька варіантів: визначення рангів окремих видів робіт і встановлення шкали переваги; створення множини вхідних і вихідних об'єднаних (урізаних) слів такого вигляду:

$$M_{\text{вх}} = \log_2 |L_1|; \quad M_{\text{вих}} = \log_2 |K_1| .$$

Під час моделювання діяльності особи, яка навчається, в умовах неповної вхідної інформації розглядають кілька гіпотез.

Якщо особі, яка навчається, відомо про порушення нормального перебігу інформаційного процесу, то приймається припущення про адаптацію особи, яка навчається до реальної ситуації шляхом переходу до нових алфавітів і перебудови алгоритмів обробки інформації. У загальному вигляді операція перетворення інформації відображається за допомогою алфавітного оператора такого вигляду:

$$\mathcal{N} \xrightarrow{\psi} \mathcal{N}'$$

де  $N$  – довжина вхідного і вирівняного вихідного слів.

Якщо під час цього ( $M_{\text{вх}} > M_0$ ), то формуються нові алфавіти  $X^1$  і  $Y^1$  меншої потужності і в результаті справедливі такі відображення  $\mathcal{N}_1 < \mathcal{N}'$ :

$$\mathcal{X}_1, \mathcal{N}_1 \xrightarrow{\psi_1} \mathcal{N}' \quad \mathcal{Y}_1, \mathcal{N}_1 \xrightarrow{\psi_2} \mathcal{N}'$$

У ході цього оператор  $\psi$  замінюється композицією операторів  $\psi_1$  і  $\psi_2$ :

$$y^1 = \psi_2 \mathcal{X}_1, \mathcal{N}_1 \xrightarrow{\psi_1} \mathcal{N}'$$

Під час роботи користувача в умовах недостатньої апріорної визначеності задача моделювання вирішується в ігровій постановці, а обсяг інформації, що переробляється, визначається з таких співвідношень:

$$I_{R_p} = I_p + I_{N_p}; \quad I_p = I_{N_p} + I_R,$$

де  $I_p$  – середня кількість інформації, що припадає на вхідну літеру алфавіту;

$I_{N_p}$  – кількість інформації, що припадає на символ в умовах невизначеності;

$I_{R_p}$  – неодержана інформація.

Виходячи з даного співвідношення з'являється додатковий негативний аспект: збільшується обсяг переробленої вхідної інформації, що за певних умов може призвести до порушення співвідношення  $M_{вх} < M_0$ .

Аналіз розглянутих моделей дозволяє сформулювати висновки, що мають суттєве практичне значення. Слід детальніше розглянути основні із них.

Робота особи, що навчається, в режимах перевантаження, ненадійних вихідних даних і неповноти вхідної інформації може бути описана за допомогою однієї і тієї ж моделі і приводить до однакових результатів.

У ході цього перевантаження і ненадійність даних призводять до неточних або навіть до помилкових рішень. У той же час у третьому з зазначених режимів з'являється можливість появи помилок через недостатню інформацію і можливості перевантаження особи, що навчається.

Ще одним важливим підходом до моделювання діяльності особи, що навчається, є контроль за правильністю співвідношення:

$$I_{\Sigma} = I_n + I_d + I_p \leq I_0$$

де  $I_{\Sigma}$  – сумарний інформаційний потік;

$I_n$  – складова частина вхідного потоку інформації, що направляється безпосередньо користувачеві без попередньої обробки;

$I_p$  – оперативна інформація, що є тією частиною вхідного інформаційного потоку, що направляється через обчислювальну систему;

$I_d$  – зображувана і нормативно-довідкова інформація.

Побудова конкретних інформаційних моделей процесів автоматизованого навчання спирається на зазначені вище загальні підходи і

спрямована на дослідження двох основних аспектів: переробку навчальної інформації, що націлена на формування образів і понять, логічних схем алгоритмів, прийомів композиції алгоритмів, визначень; запам'ятовування фактографічних даних і образів, описів, визначень, алгоритмів і різного роду методичних і нормативних матеріалів, тобто в цілому формує вихідні компетентності в області, яка розглядається.

Суттєвий інтерес для дослідження становлять характеристики пропускної здатності або продуктивності особи, яка навчається, з метою перетворення і запам'ятовування інформації, а також установлення кількісних і якісних залежностей цих характеристик від різних форм і методів навчання.

Так, наприклад, найчастіше розраховують кількісні оцінки, що пов'язані з темпом викладу матеріалу і величиною розрахункової перенасиченості.

Для цього, в першу чергу, слід розглянути такі складові моделі:

$I_L$  – середня кількість інформації в матеріалах аудиторного заняття, що може бути сприйнята особою, яка навчається. Обсяг  $I_L$  визначають, виходячи з відповідної дійсної продуктивності людини, і розрізняють при цьому:

$I_{LZ}$  – кількісну міру запам'ятовування інформації в довгодіючій пам'яті;

$I_{LU}$  – міру засвоєння або розуміння легкого матеріалу;

$I_{LN}$  – міру засвоєння складного, або зовсім незнайомого матеріалу.

Нехай  $H_L$  – середній обсяг інформації в матеріалах аудиторного заняття, що вимірюється в алфавітно-цифрових знаках;  $R_E$  – природна перенасиченість мови викладача.

Тоді потенційно можливий обсяг інформації в змісті заняття буде подано за допомогою виразу:

$$I_p = H_L (1 - R_E).$$

Крім того, також наявне:

$$I_{LN} = I_{LU} (1 - R_E).$$

Розрахункова надмірність визначається з такого співвідношення:

$$R_E = 1 - \frac{I_{LZ}}{I_p}.$$

Виходячи з наведеної моделі, можна одержати конкретні кількісні показники і сформулювати якісні рекомендації щодо визначення прийнятних темпу, обсягу і рівня складності викладу навчального матеріалу.

Одним із недоліків розглянутого інформаційного підходу до моделювання процесів автоматизованого навчання є необхідність дотримуватись припущення щодо адитивності інформаційної міри, яка далеко не завжди є справедливою.

### 3.2.1 Модель процесу навчання на основі теорії автоматів

Слід розглянути ще один із підходів, що склалися в області моделювання процесів навчання, коли особа, яка навчається, розглядається в якості користувача діалогової комп'ютеризованої системи. Традиційно в даній області застосовується методологічний апарат теорій автоматичного управління, масового обслуговування, теорії інформації, імітаційного моделювання й ін.

Частина авторів встановлюють аналогію між діяльністю користувача діалогової системи навчання і функціонуванням оператора в системі спостереження за параметром об'єкта управління, що змінюється в часі, тобто буде одержана модель, яка дозволяє внести до проектних рішень корективи, що призводять до зниження рівня психологічної напруженості користувача під час його взаємодії із системою. За даних умов передатна функція особи, яка навчається, має вигляд:

$$W_u(p) = \frac{(1 + T_y p) W_m(p) e^{-u_c p}}{p^2 + n p^2 e^{-\tau_c p}},$$

де  $T_y$  – час попередження неузгодженості  $\Delta_y$ , усвідомлення про яку формується у людини з запізненням,  $\tau_c$  залежно від значення якого користувач впливає на органи управління;

$W_m(p)$  – передатна функція, що згладжує неузгодженість  $\Delta_y$ ;

$k$  – коефіцієнт підсилення;

$n$  – коефіцієнт зворотного зв'язку;

$g$  – характеристика виду зворотного зв'язку.

Деколи пропонується підхід, що передбачає використовувати в процесі навчання індивідуальну модель особи, яка навчається, що бу-

дується на основі теорії нечітких множин. Під час цього передбачається, що процес навчання становить собою послідовну сукупність освоєння окремих розділів навчального матеріалу. Кожен етап навчання закінчується тестуванням, що може мати різні результати. Особа, яка навчається, може керувати процесом навчання за допомогою вибору способів освоєння навчального матеріалу.

Під моделлю особи, яка навчається, мається на увазі нечіткий недетермінований автомат такого вигляду:

$$A = \langle U, X, Y, s_0, \delta \rangle,$$

де  $U = \{U_1, U_2, \dots, U_m\}$  – кінцева множина входів;

$X = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}$  – кінцева множина станів;

$Y = \{Y_1, Y_2, \dots, Y_p\}$  – кінцева множина виходів;

$\delta : X \times U \times X \rightarrow [0, 1]$  – функція переходів;

$u : X \times Y \rightarrow [0, 1]$  – функція виходів;

$s_0$  – початковий стан.

Функція  $\delta$  породжує множину нечітких матриць переходу вигляду

$$T_u = \|\delta_{x_i, x_j}\|, 1 \leq i \leq j \leq n.$$

Функція  $u$  породжує нечітку матрицю виходу  $u = \|u_{x_i, x_j}\|, 1 \leq i \leq n; 1 \leq j \leq p$ .

Серед множини станів автомата виділяється множина фінальних (заключних) станів  $X_n$ . На практиці цікавість становлять такі типи автоматів, для яких кожен стан  $X_i, i \in I = \{1, \dots, n\}$  залежить від попереднього стану  $X_{i-1}$ .

Подібна залежність може визначатися послідовністю реалізації підцілей, пріоритетом виконання тощо. У цьому випадку автомат можна задати у вигляді нечіткого графа такого вигляду:

$$G = \langle G, \langle X_{i-1}, X_i \rangle \in M \rangle,$$

де  $M$  – множина функцій належності елементів  $X_{i-1} \times X_i$ .

Під час подібного розгляду ціль навчання підлягає декомпозиції на  $i$  послідовних (за часом освоєння матеріалу) підзадач.

Слід інтерпретувати  $X_i$  як множину результатів  $i$ -го тесту,  $Y_j, j \in J = \{1, \dots, p\}$  множина інтервалів часу на навчання. Очевидно, що у розглянутому типі автомата  $m = n$ , що може трактуватися як число послідовних етапів (кроків) досягнення мети.

Управляючі рішення і стани підзавдань, що перебігають у часі, трактуються як нечіткі події на інтервалі  $Y_k, 1 \leq k \leq p$ . Під час такого підходу функція переходів може задаватися експертним шляхом і відображати вже наявний досвід навчання, виходячи з практичного досвіду викладачів щодо подання навчального матеріалу.

Під час цього не враховується результат навчання як функція від часу його реалізації, а також не враховуються особистісні особливості процесу набуття знань конкретним індивідом. Для обліку таких обставин необхідно побудувати індивідуалізовану функцію переходів.

З цією метою використовується вихідна інформація, апіорі відома про особу, що навчається, котра включає прогноз застосування того або іншого способу освоєння матеріалу залежно від можливих результатів тестування. Таку інформацію доцільно подати у вигляді функції  $\mu: X_i \times U_i \rightarrow [0, 1]$  та прогнозу переходу керованого процесу навчання з вихідного стану  $s_0$  на першому кроці рішення залежно від обмежень на наявні ресурси.

На основі наявної інформації програмується автоматна модель. Для цього на кожному кроці вирішується система композиційних рівнянь вигляду:

$$\mu_{K_i} \rceil U_1 = \mu_{K_{i-1}} \rceil U_{i-1} \circ \delta_{K_{i-1}, X_i} \rceil U_i;$$

$$\mu_{U_1} \rceil \supseteq \mu_{K_{i-1}} \rceil \supseteq \mu_{K_{i-1}, U_{i-1}} \rceil,$$

де "o" – знак операції "композиція";

$\mu_{K_i} \rceil U_1, \mu_{K_{i-1}} \rceil U_{i-1}$  – нечіткі оцінки можливості керованого процесу, що знаходиться в станах  $X_i, X_{i-1}$  під час застосування способів освоєння навчального матеріалу  $U_i, U_{i-1}$  відповідно;

$\mu_{U_1} \rceil$  – нечітка оцінка вибору тим, хто навчається, способу освоєння матеріалу  $U_1$ . Отримані оцінки групуються попарно, виходячи з такої умови:  $\mu_{U_1} \rceil \supseteq \mu_{K_i} \rceil U_1$ .

Формування пар, згідно зі вказаним принципом не суперечить процесу реального вибору рішення: результатів тесту з максимальною оцінкою можливості повинен відповідати спосіб освоєння навчального матеріалу також із максимальною оцінкою, що може бути виставлена. Виділення пар дозволяє виявити найбільш об'єктивні зв'язки за способами опанування матеріалу між результатами тестування кожного етапу навчання. У ході цього кожен спосіб освоєння, що маркує зв'язок, характеризується нечіткою оцінкою засвоєння його особою, що навчається, і нечіткою оцінкою ціни навчання (нормований дохід), що суб'єктивно усвідомлюється особою, яка навчається, залежно, наприклад, від проміжку часу або складності освоєння навчального матеріалу.

Побудова автомата здійснюється таким чином. З вихідного стану у стан першого кроку прийняття рішень проводяться дуги, марковані тими способами опанування навчального матеріалу, використання яких, відповідно до прогнозу особи, яка навчається, дозволяє домогтися результатів проміжного тестування на першому етапі навчання, що характеризуються найвищою оцінкою. Залежно від означення цих дуг і на основі сформованих пар "спосіб опанування матеріалу" – "результати тестування" проводяться зазначені дуги від першого до n-го етапу навчання.

У результаті побудови буде одержано нечіткий недетермінований автомат, що моделює поведінку особи, яка навчається, під час різних результатів проміжного тестування. Застосовуючи підхід, який використовується у динамічному програмуванні, можна виділити класи стратегій навчаючого. У першу чергу, цікавість становить той клас, стратегії якого дозволяють досягти мети навчання і характеризуються максимальними оцінками зв'язків між результатами тестів. Для виділення таких стратегій на множині фінальних результатів тестування визначаються результати, відповідні до цілей навчання. Далі виділяються результати тестування на (n-1)-му кроці, перехід із яких у цільові стани n-го кроку характеризується способами опанування навчального матеріалу з оцінкою, яка визначається згідно з критерієм:

$$\alpha_{U_{n-1}} \supseteq \max_{Y_{n-1}} \left( \min_{U_{n-1}} \left( \alpha_{U_{n-1}} \supseteq X_{n-1}, U_{n-1} \right) \right)$$

Подібна процедура здійснюється для кожного кроку рішення, включно до фінального стану  $S_0$ . Використання процедури дозволяє виділити можливі стратегії навчання, що становлять зважені шляхи на графі від вершини  $S_0$  до вершин з множини  $X_n$ .



Кожен  $n$ -й шлях є зваженою щодо способів освоєння навчального матеріалу послідовністю такого вигляду:

$$S_q = \langle U_0, X_1^{r_1}, U_1, \dots, X_{n-1}^{r_{n-1}}, U_{n-1}, X_n^{r_n} \rangle,$$

де  $r_w, w = \overline{1, h}$  – число результатів  $w$ -го тесту.

Елементи (результати підсумкового тестування) множини  $X_n$  можуть становити для особи, що навчається, різну цінність, що відображує завдання на  $x_n$  нечіткій меті з функцією приналежності вигляду:

$$\mu_g^{\langle X_n^1, \dots, X_n^h \rangle}$$

де  $h$  – розмірність множини  $X_n$ ;

$\mu_{X_n^\pi}^{\langle \pi = \overline{1, h} \rangle}$  – функція приналежності результату тестування  $X_n^\pi$  нечіткої мети  $g$ . У цьому випадку кожну стратегію з класу  $\pi$  можна оцінити таким чином:

$$\beta_{S_q^\pi} = \min \langle \alpha_{U_0}, \alpha_{U_1}, \dots, \alpha_{U_{n-1}}, \mu_{X_n^\pi} \rangle.$$

Очевидно, що стратегія, яка має оцінку  $\max_q \beta_{S_q^\pi}$ , найбільше відповідає індивідуальному стилю набуття знань особи, що навчається, але не завжди може відповідати максимальному значенню функції приналежності результату тестування, щодо мети  $g$ .

Отримане протиріччя під час побудови моделі навчання можна усунути шляхом використання таких способів:

- зміною переваг особи, що навчається;
- зміною вихідних матриць переходів і виходів;
- використанням такої організації супроводу навчання, яка б урахувала тільки кінцеву мету, тобто стан нечіткої мети з максимальною функцією приналежності.

В останньому випадку варто використовувати змішані стратегії, утворені частинами стратегій із класів  $\pi$ . Необхідність у формуванні змішаної стратегії визначає трансформацію стратегії з деякого класу,

обраної виходячи з критерію  $\max_q \{ \mathcal{S}_q^\pi \}$  в стратегію з іншого класу, виходячи з критерію  $\max_\pi \{ \mathcal{S}_\pi^\pi \}$ .

Очевидно, що необхідність у трансформації виникає в тих випадках, коли обрана вихідна стратегія перестає бути ефективною стосовно нечітко заданої мети. Під час цього важливо визначити ті просторово-часові відмітки графа (вершини), де подібна трансформація можлива. З цією метою вводиться поняття коефіцієнта волі вибору особи, яка навчається, під яким мається на увазі відношення числа припустимих стратегій із класу  $S_q^p$  з  $\{ \mathcal{S}_q^\pi \} \geq \varepsilon$  до загального числа стратегій з цього ж класу. Тут знак  $\&$  означає поріг можливостей поставленої мети в досягненні особи, що навчається використовуючи індивідуальний стиль освоєння навчального матеріалу. Чим менше значення коефіцієнта, тим менше в особи, яка навчається варіантів у досягненні поставленої мети, без зміни індивідуальної стратегії.

Тому інформаційна система, побудована на основі моделі поведінки особи, яка навчається, повинна після одержання кожного результату тестування рекомендувати ті способи освоєння матеріалу, що є складовими частинами припустимих стратегій і не роблять значення коефіцієнта рівним або близьким нулеві. А у випадку неможливості виконання попереднього пункту трансформувати індивідуальну стратегію особи, яка навчається, переходячи на змішану стратегію навчання. Така стратегія навчання буде мати менші можливості в реалізації індивідуального стилю, але в цілому буде залишатися припустимою стосовно досягнення поставленої мети та дозволяє перепрограмувати модель навчання в ситуаціях переходу від одного результату тестування до іншого в межах одного й того ж того самого етапу навчання.

В останньому випадку необхідність у перепрограмуванні моделі навчання визначається зміною функції доходів.

Використання розглянутої моделі дозволяє намітити шляхи автоматичної корекції індивідуальних стратегій особи, що навчається. Особливість підходу складається в можливості перенесення моделі особи, що навчається, сформованої викладачем під час особистих контактів, в освітнє середовище з використанням систем дистанційного навчання.

Використовуючи прогноз особи, яка навчається і виділені пари "спосіб навчання" – "результат тестування" є можливим побудувати подання нечіткого недетермінованого автомата у вигляді орієнтованого графа. Крім маркувань способами навчання, кожна дуга графа зважена нечіткими оцінками переходів від одного результату тестування до іншого, а також оцінками результатів, одержуваних особою, яка навчається, під час використання відповідних способів освоєння навчального матеріалу. Використовуючи методологію динамічного програмування на графі виділяють стратегії навчаючого. Для цього визначають перетинання нечітких оцінок цілей і обмежень (способів навчання і результатів їх реалізації).

Щоб використовувати операцію перетинання для нечітких оцінок позначають результати. Формують три класи стратегій (відповідно до трьох можливих станів мети), елементи яких упорядковані за спаданням щодо функцій приналежності до кожного класу. У результаті аналізу стратегій виділяють стратегію особи, яка навчається, що найбільш відповідає індивідуальному стилю навчання. Ця стратегія дозволяє досягти мети навчання, що характеризується максимальною функцією приналежності. Зміна цієї стратегії визначається як способами навчання, так і впливами зовнішнього середовища. Особа, яка навчається, може відхилитися від своєї оптимальної стратегії, використовуючи інші рішення; або, застосовуючи рішення з оптимальної стратегії, одержувати результати тестування, що не відповідають їй. У цьому випадку необхідно аналізувати структуру та зміст системи навчання і трансформувати стратегію особи, яка навчається.

У цілому слід зазначити, що в умовах моделювання діалогових систем навчання на основі теорії автоматичного управління приймається цілий ряд припущень, що не завжди є справедливими для практичних застосувань, а саме про безперервність діяльності людини в системі; про послідовну структуру дій, про адитивність часу виконання операцій та ін. До того ж, за умов реального впровадження необхідний розгляд усієї моделі в цілому, а цей процес практично не піддається формалізації для подальшої автоматизації. Зазначені особливості роблять необхідним удосконалення концептуального і математичного апаратів моделювання процесів навчання з використанням СДН шляхом залучення багатьох інших підходів, що доповнюють і розвивають його.

### 3.3. Розробка критеріїв оцінювання ефективності структури системи дистанційного навчання

Синтез структури системи дистанційного навчання ґрунтується на аналізі технологічних вимог до структури системи, розробці критеріїв оцінювання ефективності отриманих структур, розробці моделей вибору ефективної структури, а також моделей адаптації структури системи дистанційного навчання до структурних та параметричних змін у технологічній підсистемі.

У загальному випадку система дистанційного навчання — це впорядкована безліч елементів  $M_h$ , відносин між ними  $R_h$  і властивостей  $\Phi_h$  [16]:

$$\Pi_h = \langle M_h, R_h, \Phi_h \rangle, \quad (3.1)$$

де  $H = \{h : h = \overline{1, m}\}$  — множина центрів дистанційного навчання в системі.

Множина властивостей  $\Phi_h$ , які повинна мати система дистанційного навчання  $\Pi_h$ , задається зовнішнім середовищем (метасистемою) в інтегральному вигляді як мета. Аналіз мети дозволяє виділити множину приватних властивостей  $\Phi'_h$ . Відображення  $\Phi_h$  на універсумі  $M_h, R_h$  дає, відповідно, підмножину елементів  $M_c$  і  $R_c$ , на яких можливо побудувати систему дистанційного навчання  $\Pi_h$  з необхідними властивостями, тобто визначити область існування системи  $\Pi_h$ . Виходячи з технічних, економічних та евристичних міркувань область існування може бути звужена до допустимої області синтезу шляхом задання множин  $M_d, R_d$ .

Таким чином, завдання синтезу системи дистанційного навчання  $\Pi_h$  складається з вибору таких підмножин  $M_h, R_h$  з допустимих множин  $M_d, R_d$ , котрі забезпечать найбільш ефективно, в певному сенсі, досягнення необхідних властивостей  $\Phi_h$ . Змістовно це означає, що необхідно визначити:

множину функцій системи дистанційного навчання ( $F_h$ );

множину принципів побудови ( $P_h$ );

склад елементів системи дистанційного навчання ( $M_h$ );

розподіл множини функцій дистанційного навчання  $F_h$ , між елементами системи дистанційного навчання  $M_h$ ;

технологію ( $T_h$ ) реалізації функцій  $F_h$  системи дистанційного навчання, які екстремізують деякій критерій ефективності  $K$ .

Множина функцій системи дистанційного навчання  $F_h$  описана в розділі 2. До складу елементів системи дистанційного навчання  $M_h$  входить множина центрів дистанційного навчання різних видів. Принципи побудови  $P_h$ , розподіл множини функцій дистанційного навчання  $F_h$  між елементами  $M_h$  і технологія  $T_h$  реалізації функцій  $F_h$  багато в чому визначаються характеристиками системи дистанційного навчання.

Наведена змістовна постановка завдання синтезу системи дистанційного навчання враховує тільки функціонально-технологічні аспекти синтезу, що припустимо в разі, якщо для системи дистанційного навчання властиві малі відстані між множиною елементів  $M_h$  і просторова організація елементів має малий вплив на характеристики системи.

Для ієрархічних територіально-розподілених систем, які розглядаються в даній роботі, просторова організація елементів системи дистанційного навчання значно впливає на її характеристики, тому множини елементів системи дистанційного навчання  $M_h$  і розподіл функцій  $F_h$  між ними необхідно вибирати з урахуванням топології, тобто необхідно вирішувати завдання функціонально-топологічного синтезу [13]. Виходячи з цього, під час синтезу системи дистанційного навчання необхідно, в загальному випадку, визначити:

структурно-топологічні параметри системи дистанційного навчання, тобто кількість рівнів системи, і кількість центрів дистанційного навчання на кожному з рівнів, місця розташування центрів дистанційного навчання та списки центрів обробки кожного з центрів дистанційного навчання;

функціональні параметри системи дистанційного навчання, тобто потужність кожного з центрів дистанційного навчання, характеристики комунікаційних зв'язків між ними, состав технічних засобів;

технологію (алгоритми) функціонування, котрі екстремізують прийнятні критерії ефективності і задовольняють всі обмеження.

У загальному випадку, як показано в розділі 1, технологічна підсистема системи просування дискретних матеріальних потоків включає множину центрів обробки  $I = \{i : i = \overline{1, n}\}$ , які взаємозв'язані між собою транспортною мережею (див. рис. 1.4). Підсистема забезпечує прийом вхідного матеріального потоку  $M_{bx}$  від множини джерел  $E = \{e : e = \overline{1, s}\}$  та переміщення цього потоку до множини отримувачів  $Q = \{q : q = \overline{1, g}\}$

у вигляді вихідного потоку  $M_{\text{вих}}(t)$ . Взаємозв'язок між центрами обробки за матеріальним потоком описується змінною:

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, \text{ якщо } i\text{-й центр обробки взаємопов'язаний} \\ \text{з } j\text{-им центром} \\ \text{обробки } (i = \overline{1, n}; j = \overline{1, n}), \\ 0, \text{ в протилежно му випадку.} \end{cases} \quad (3.2)$$

Взаємозв'язок  $a_{ij}$  реалізується планами спрямування матеріальних потоків  $\Pi = \{ M_{p_s}(t) \}$ .

Кожний з множини центрів обробки  $I = \{ i: i = \overline{1, n} \}$  належить множині типів  $A = \{ \alpha \}$  та інформаційно взаємопов'язаний з множиною центрів контролю  $H = \{ h: h = \overline{1, m} \}$ , які належать множині типів  $B = \{ \beta \}$ :

$$x_{hi}^{\beta\alpha} = \begin{cases} 1, \text{ якщо } h\text{-й центр контролю } \beta\text{-го типу} \\ \text{взаємопов'язаний з } i\text{-им центром обробки} \\ \text{типу } \alpha; \\ 0, \text{ в протилежно му випадку.} \end{cases} \quad (3.3)$$

Зв'язок  $x_{hi}^{\beta\alpha}$  використовується для передачі протоколів обміну даними контролю: Pr1 (2.33), Pr2 (2.34), Pr3 (2.35).

Крім того, центри контролю взаємозв'язані між собою:

$$x_{hs} = \begin{cases} 1, \text{ якщо } h\text{-ий центр контролю взаємопов'язаний} \\ \text{з } s\text{-им центром контролю } (h = \overline{1, m}; s = \overline{1, m}); \\ 0, \text{ в протилежно му випадку.} \end{cases} \quad (3.4)$$

Зв'язок  $x_{hs}$  використовується для передачі агрегованих даних про стан процесів обробки матеріальних потоків у групі центрів обробки в центр контролю більш високого рівня.

Кожний з центрів контролю функціонує з використанням  $\gamma$ -ої технології:

$$z_h^\gamma = \begin{cases} 1, \text{ якщо } h\text{-ий центр контролю використовує} \\ \gamma\text{-ту технологію;} \\ 0, \text{ в протилежному випадку.} \end{cases} \quad (3.5)$$

У розподілених системах обслуговування взаємозв'язок між множиною центрів обробки, як правило, є ієрархічним, тобто існують центри обробки нижнього рівня, які формують матеріальні потоки в центри обробки верхнього рівня і т. д. Наприклад, в мережі поштового зв'язку на нижньому рівні знаходяться відділення зв'язку, які приймають замовлення від клієнтів і формують потоки поштових відправлень у вузли поштового зв'язку (див. рис. 1.2), які, в свою чергу, формують потоки в центри обробки пошти і т. д.

Відповідно до принципів побудови автоматизованих систем даного класу, які були викладені,  $h$ -ий центр дистанційного навчання  $U$ -го рівня ( $V \ni U$ ) виконує такі дії під час реалізації операцій дистанційного навчання (рис. 3.1):

1) приймає і обробляє дані дистанційного навчання від множини центрів обробки починаючи з  $U$ -го рівня і закінчуючи рівнями  $(U + \eta)$ , якщо на рівнях  $U + 1, U + 2, \dots, U + \eta$  не створюються центри дистанційного навчання;

2) приймає і обробляє агреговані дані від центрів дистанційного навчання  $h_{V \setminus \{U+1\}}$  нижнього рівня;

3) формує агреговані дані в центр дистанційного навчання  $h_{U-1}$  верхнього рівня;

4) формує і передає оперативні дані дистанційного навчання на нижні рівні центрів обробки.

Під час прийому і обробки даних дистанційного навчання від центрів обробки виконуються такі операції:

- передача даних дистанційного навчання за зв'язками  $x_{h_U i_U}^{\beta\alpha}, x_{h_U i_{U+1}}^{\beta\alpha}, \dots, x_{h_U i_{U+\eta}}^{\beta\alpha}$ . Об'єм інформації, яка передається, слід визначити через:

$$v_{h_U i_U}^{\beta\alpha}, v_{h_U i_{U+1}}^{\beta\alpha}, \dots, v_{h_U i_{U+\eta}}^{\beta\alpha};$$

- прийом даних дистанційного навчання, що поступають за зв'язками  $x_{h_U i_U}^{\beta\alpha}, x_{h_U i_{U+1}}^{\beta\alpha}, \dots, x_{h_U i_{U+\eta}}^{\beta\alpha}$ . У результаті прийому проводиться попередня обробка даних (наприклад, дані дистанційного навчання перевіряються і записуються до БД центру дистанційного навчання). Вартість виконання операцій прийому даних дистанційного навчання варто позначити через:

$$p_{h_U i_U}^{\beta\alpha}, p_{h_U i_{U+1}}^{\beta\alpha}, \dots, p_{h_U i_{U+\eta}}^{\beta\alpha};$$

- обробка даних дистанційного навчання, що поступили за зв'язками  $x_{h_{\nu}i_{\nu}}^{\beta\alpha}$ ,  $x_{h_{\nu}i_{\nu+1}}^{\beta\alpha}$ , ...,  $x_{h_{\nu}i_{\nu+\eta}}^{\beta\alpha}$ , і розміщення результатів у проміжних масивах БД  $h_{\nu}$ -го центру дистанційного навчання. Вартість виконання операцій обробки даних дистанційного навчання слід позначити через:  $d_{h_{\nu}i_{\nu}}^{\beta\alpha}$ ,  $d_{h_{\nu}i_{\nu+1}}^{\beta\alpha}$ , ...,  $d_{h_{\nu}i_{\nu+\eta}}^{\beta\alpha}$ ;

- візуалізація результатів обробки даних дистанційного навчання після виконання обробки. Вартість виконання операцій візуалізації варто позначити через:  $z_{h_{\nu}i_{\nu}}^{\beta\alpha}$ ,  $z_{h_{\nu}i_{\nu+1}}^{\beta\alpha}$ , ...,  $z_{h_{\nu}i_{\nu+\eta}}^{\beta\alpha}$ .

Під час прийому й обробки агрегованих даних від центрів дистанційного навчання нижнього рівня виконуються такі операції:

- передача агрегованих даних дистанційного навчання від  $h_{\nu(\eta+1)}$ -го центра дистанційного навчання з нижніх рівнів системи за зв'язком  $x_{h_{\nu}h_{\nu(\eta+1)}}$ . Об'єм даних, який передається, слід визначити через:  $v_{h_{\nu}h_{\nu(\eta+1)}}$ ;

- прийом агрегованих даних дистанційного навчання, що поступили за зв'язком  $x_{h_{\nu}h_{\nu(\eta+1)}}$ . У результаті прийому проводиться попередня обробка даних та розміщення цих даних у таблицях БД. Вартість виконання операцій прийому агрегованих даних слід позначити через:  $p_{h_{\nu}h_{\nu(\eta+1)}}$ ;

- обробка агрегованих даних дистанційного навчання, що поступили за зв'язком  $x_{h_{\nu}h_{\nu(\eta+1)}}$ . Вартість обробки треба позначити через:  $\gamma_{h_{\nu}h_{\nu(\eta+1)}}$ .

Узагальнена схема (рис. 3.1) дозволяє сформуванню множини структур  $S = \{ \sigma \}$  системи дистанційного навчання від централізованої (рис. 3.2) і змішаної структур (рис. 3.3) до децентралізованої структури (рис. 3.4).

Якщо зв'язки в графічній моделі див. (рис. 3.1) замінити відповідними об'ємними і вартісними показниками, а вершини – вартісними показниками, то буде отримана графоаналітична модель процесу передачі та обробки даних у системі дистанційного навчання (рис. 3.5).

У ході формування агрегованих даних дистанційного навчання в центр дистанційного навчання верхнього рівня виконуються такі операції:

- формування агрегованих даних у  $h_{\nu-1}$ -ий центр дистанційного навчання на верхній  $(\nu - 1)$ -ий рівень. Вартість виконання операцій агрегування позначимо через:  $\Gamma_{h_{\nu}h_{\nu-1}}$ ;



- передача агрегованих даних у  $h_{u-1}$ -ий центр дистанційного навчання за зв'язком  $x_{h_u h_{u-1}}$ . Об'єм агрегованих даних, який передається, треба визначити через:  $v_{h_u h_{u-1}}$ .

Під час формування та передачі оперативних даних дистанційного навчання на нижні рівні центрів обробки виконуються такі операції (рис. 3.2 – 3.4):

формування оперативних даних дистанційного навчання на нижні  $(u+1), \dots, (u+\eta)$  рівні центрів обробки, які взаємозв'язані з  $h_u$ -м центром дистанційного навчання (які не мають центрів дистанційного навчання своїх рівнів). Вартість формування оперативних даних слід визначити через:  $o_{h_u i_{u+1}}^{\beta\alpha}, \dots, o_{h_u i_{u+\eta}}^{\beta\alpha}$ ;

- передача оперативних даних дистанційного навчання на нижні  $(u+1), \dots, (u+\eta)$  рівні центрів обробки за зв'язками:  $x_{h_u i_{u+1}}^{\beta\alpha}, \dots, x_{h_u i_{u+\eta}}^{\beta\alpha}$ .

Об'єм оперативних даних, що передаються:  $v_{i_{u+1} h_u}^{\beta\alpha}, \dots, v_{i_{u+\eta} h_u}^{\beta\alpha}$ .

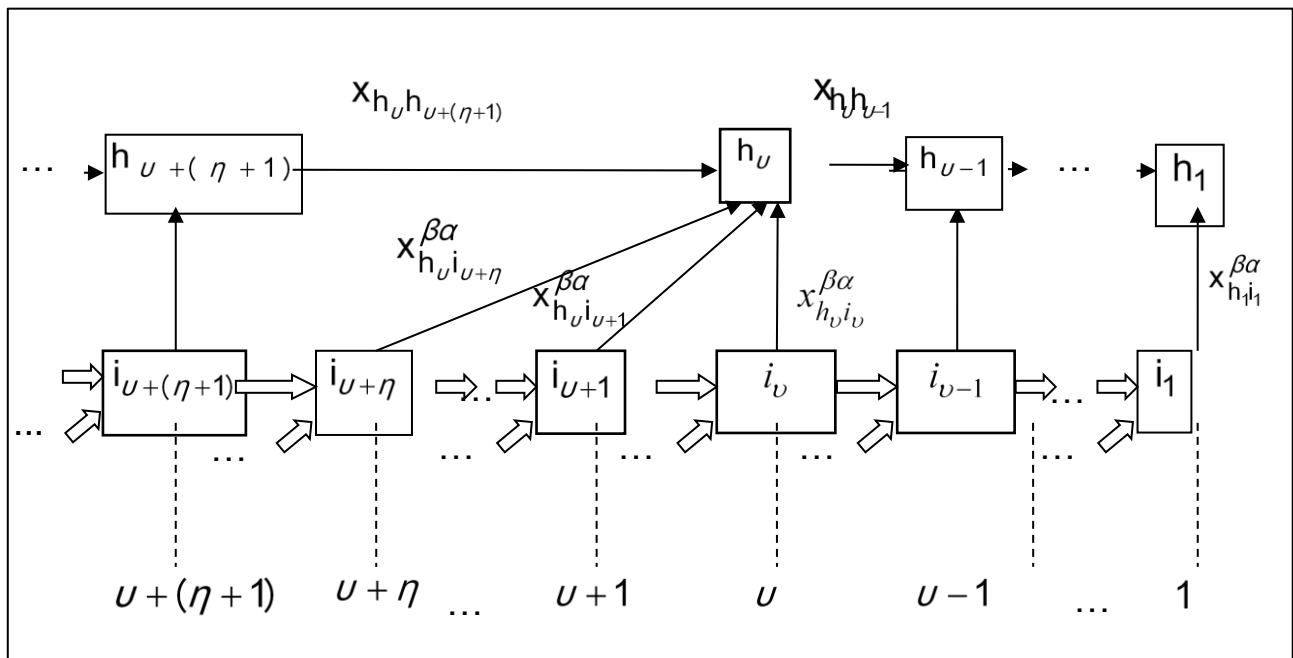


Рис. 3.1. Узагальнена схема взаємозв'язку між центрами обробки і центрами дистанційного навчання у розподіленій організаційно-технологічній системі

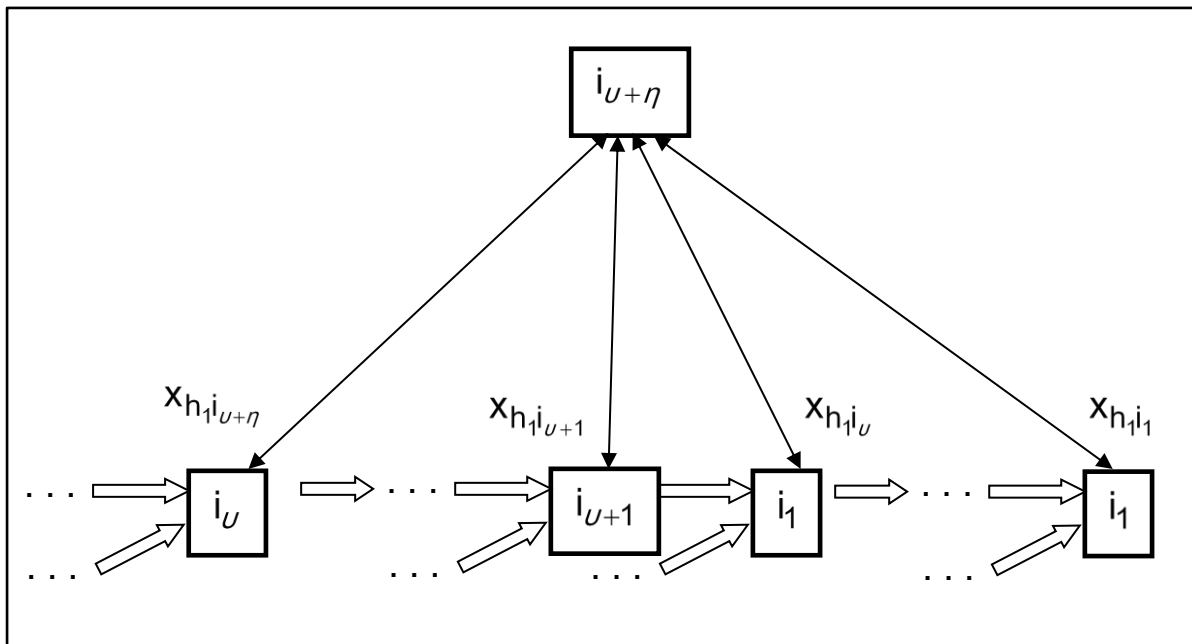


Рис. 3.2. Структура централізованої системи дистанційного навчання

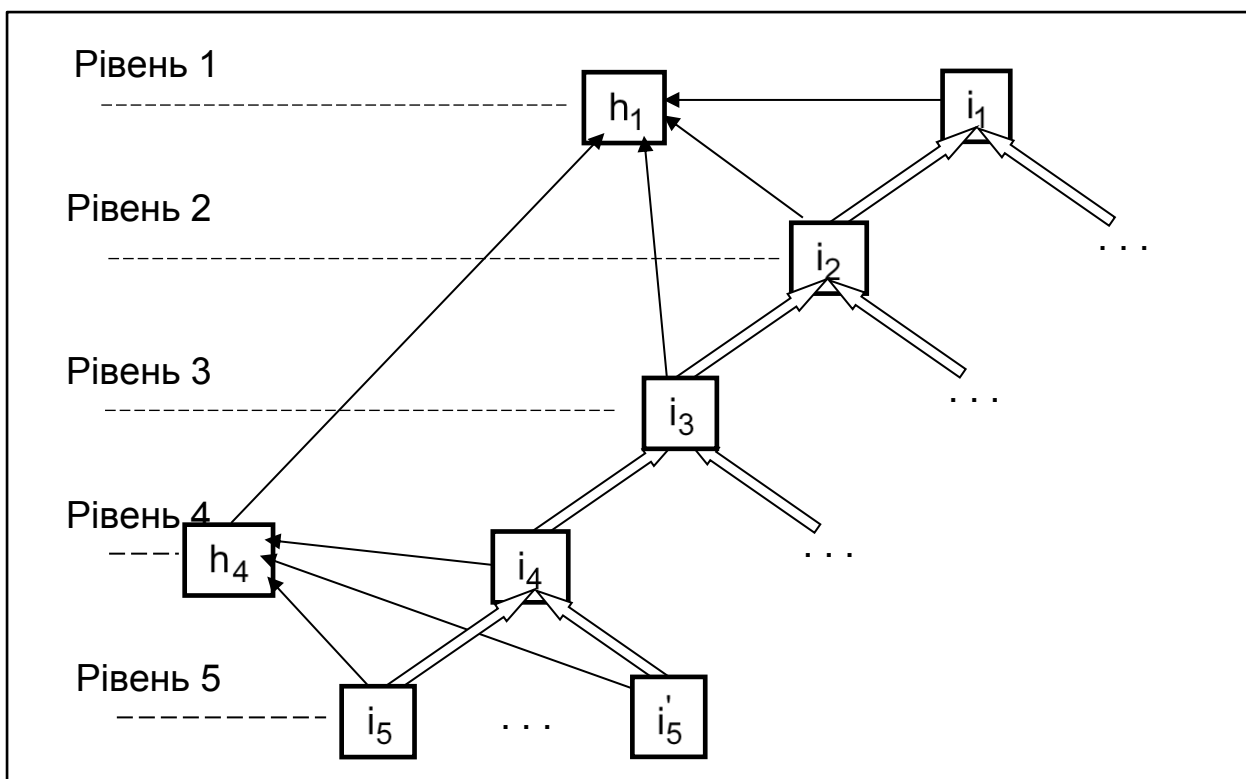


Рис. 3.3. Структура змішаної ієрархічної системи ДН

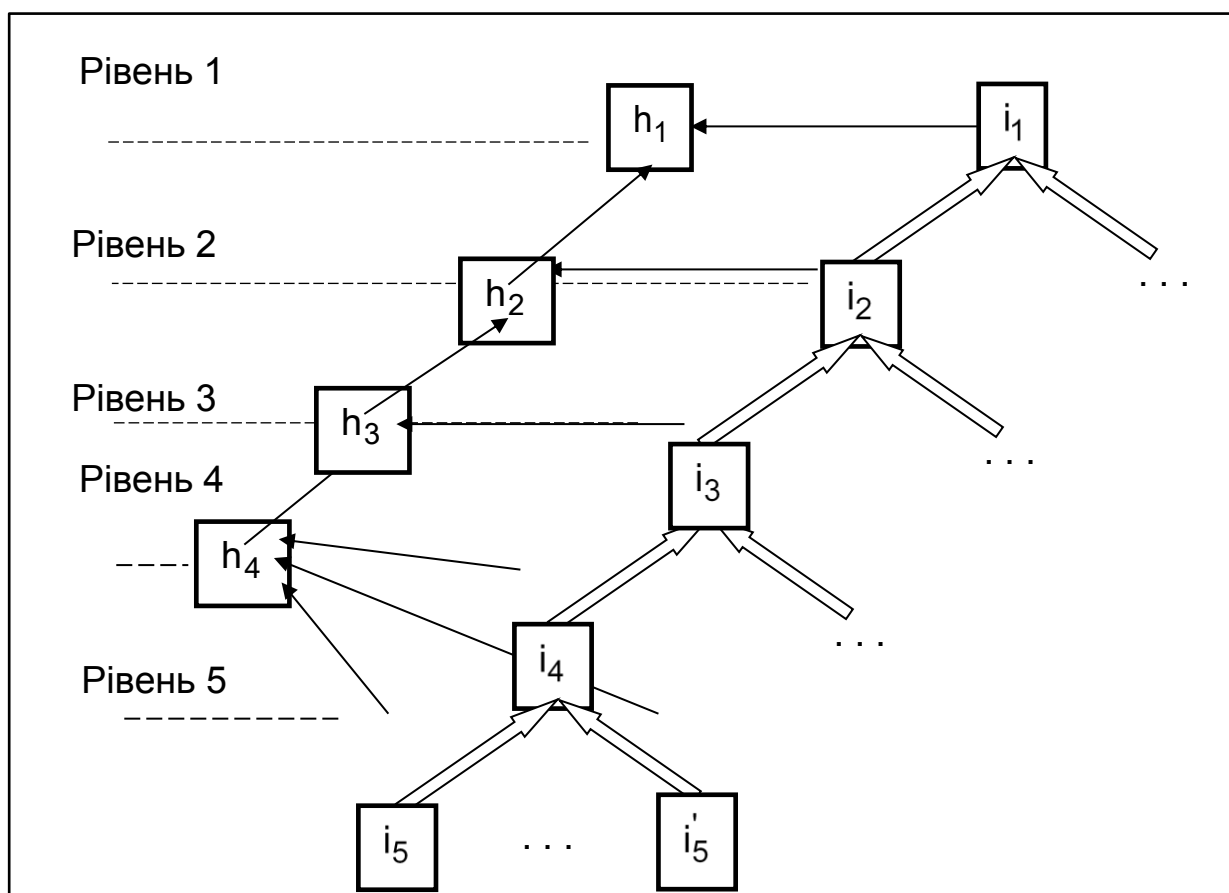


Рис. 3.4. Структура децентралізованої ієрархічної системи дистанційного навчання

У графоаналітичній моделі (рис. 3.5):

$$\begin{aligned}
 c_{h_u} = & \Gamma_{h_u h_{u-1}}^{\beta\alpha} + \sum_{\mu=u}^{u+\eta} (p_{h_u i_\mu}^{\beta\alpha} + d_{h_u i_\mu}^{\beta\alpha} + z_{h_u i_\mu}^{\beta\alpha}) + \\
 & + \sum_{\mu=u}^{u+\eta+1} (p_{h_u h_\mu} + \Gamma_{h_u h_\mu}) + \sum_{\mu=1}^{\eta} o_{h_u h_\mu}.
 \end{aligned} \tag{3.6}$$

Під час синтезу структури системи дистанційного навчання одним із завдань є завдання оцінювання варіантів структур за допомогою системи критеріїв ефективності. В розділі 1 було розглянуто показники і характеристики, яким повинна відповідати ефективна структура системи дистанційного навчання. Слід розглянути їх детальніше.

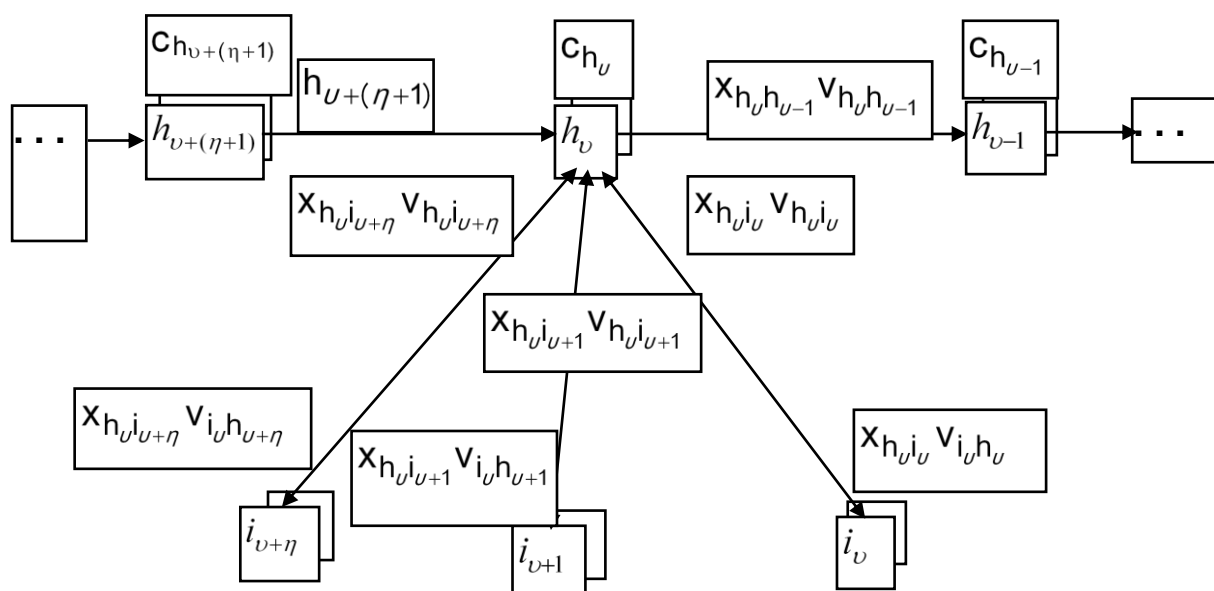


Рис. 3.5. Графоаналітична модель процесу передачі та обробки інформації в системі дистанційного навчання

Природним прагненням, виходячи з аналізу літературних джерел [1; 11; 13], є прагнення побудувати систему з мінімальною вартістю. Всі інші характеристики і показники, такі, як вірогідність, готовність, час виконання операцій дистанційного навчання, повнота та інші, як правило, використовуються у вигляді обмежень.

Усі витрати, пов'язані зі створенням та використанням системи дистанційного навчання, підрозділяються на такі дві групи:

- 1) капітальні витрати;
- 2) експлуатаційні витрати.

До *капітальних* належать такі витрати:

- витрати на закупівлю та установку технічних засобів дистанційного навчання. Слід позначити ці витрати через  $Z_{Th}^{\beta\gamma}$ ;
- витрати на закупівлю та установку базового ( $Z_{Bh}^{\beta\gamma}$ ) і загальносистемного ( $Z_{Oh}^{\beta\gamma}$ ) програмного забезпечення;
- витрати на розробку та впровадження прикладного ( $Z_{PPh}^{\beta\gamma}$ ) програмного забезпечення;

- витрати на навчання персоналу методам роботи в центрах дистанційного навчання –  $Z_{\text{ОБ}h}^{\beta\gamma}$ .

До експлуатаційних відносяться такі витрати:

- витрати на обслуговування програмно-технічних комплексів центрів дистанційного навчання –  $Z_{\text{ОТ}h}^{\beta\gamma}$ ;

- витрати на прийом і обробку даних дистанційного навчання від центрів обробки. Ці витрати визначаються:

1) об'ємами інформації  $v_{h_{\nu}i_{\nu}}^{\beta\alpha}, v_{h_{\nu}i_{\nu+1}}^{\beta\alpha}, \dots, v_{h_{\nu}i_{\nu+\eta}}^{\beta\alpha}$ , яка передається за зв'язками  $x_{h_{\nu}i_{\nu}}^{\beta\alpha}, x_{h_{\nu}i_{\nu+1}}^{\beta\alpha}, \dots, x_{h_{\nu}i_{\nu+\eta}}^{\beta\alpha}$ . Якщо відома вартість передачі одиниці інформації  $c_{h_{\nu}i_{\nu}}$  каналами зв'язку, то витрати становитимуть:

$c_{h_{\nu}i_{\nu}}^{\beta\alpha} v_{h_{\nu}i_{\nu}}^{\beta\alpha}, c_{h_{\nu}i_{\nu+1}}^{\beta\alpha} v_{h_{\nu}i_{\nu+1}}^{\beta\alpha}, \dots, c_{h_{\nu}i_{\nu+\eta}}^{\beta\alpha} v_{h_{\nu}i_{\nu+\eta}}^{\beta\alpha}$ ;

2) витратами на виконання операцій прийому даних дистанційного навчання, що надходять за зв'язками  $x_{h_{\nu}i_{\nu}}^{\beta\alpha}, x_{h_{\nu}i_{\nu+1}}^{\beta\alpha}, \dots, x_{h_{\nu}i_{\nu+\eta}}^{\beta\alpha}$ , які визначаються вартістю виконання цих операцій:  $p_{h_{\nu}i_{\nu}}^{\beta\alpha}, p_{h_{\nu}i_{\nu+1}}^{\beta\alpha}, \dots, p_{h_{\nu}i_{\nu+\eta}}^{\beta\alpha}$ ;

3) витратами на обробку даних дистанційного навчання, що надійшли за зв'язками  $x_{h_{\nu}i_{\nu}}^{\beta\alpha}, x_{h_{\nu}i_{\nu+1}}^{\beta\alpha}, \dots, x_{h_{\nu}i_{\nu+\eta}}^{\beta\alpha}$ , і розміщення результатів в проміжних масивах БД  $h_{\nu}$ -го центру дистанційного навчання. Ці витрати визначаються вартістю виконання цих операцій:  $d_{h_{\nu}i_{\nu}}^{\beta\alpha}, d_{h_{\nu}i_{\nu+1}}^{\beta\alpha}, \dots, d_{h_{\nu}i_{\nu+\eta}}^{\beta\alpha}$ ;

4) витратами на візуалізацію результатів обробки даних дистанційного навчання, які визначаються вартістю виконання цих операцій:  $z_{h_{\nu}i_{\nu}}^{\beta\alpha}, z_{h_{\nu}i_{\nu+1}}^{\beta\alpha}, \dots, z_{h_{\nu}i_{\nu+\eta}}^{\beta\alpha}$ ;

- витрати на прийом і обробку агрегованих даних від центрів дистанційного навчання нижнього рівня. Ці витрати визначаються:

1) об'ємами агрегованих даних, які передаються від  $h_{\nu(\eta+1)}$ -го центру дистанційного навчання з нижніх рівнів системи за зв'язком  $x_{h_{\nu}h_{\nu(\eta+1)}}$ . Якщо відома вартість передачі одиниці інформації  $c_{h_{\nu}h_{\nu(\eta+1)}}$  за каналами зв'язку, то витрати становитимуть:  $c_{h_{\nu}h_{\nu(\eta+1)}} v_{h_{\nu}h_{\nu(\eta+1)}}$ ;

2) витратами на виконання операцій прийому даних дистанційного навчання, що надходять за зв'язком  $x_{h_\nu h_{\nu(\eta+1)}}$ . Ці витрати визначаються вартістю виконання операцій прийому:  $\rho_{h_\nu h_{\nu(\eta+1)}}$ ;

3) витратами на обробку агрегованих даних дистанційного навчання, що надійшли за зв'язком  $x_{h_\nu h_{\nu(\eta+1)}}$ . Ці витрати визначаються вартістю виконання операцій обробки:  $\gamma_{h_\nu h_{\nu(\eta+1)}}$ ;

• витрати на формування агрегованих даних дистанційного навчання в центр дистанційного навчання верхнього рівня. Ці витрати визначаються:

1) витратами на формування агрегованих даних  $h_\nu$ -им центром дистанційного навчання на верхній  $(\nu - 1)$ -й рівень. Ці витрати визначаються вартістю виконання операцій агрегування:  $\Gamma_{h_\nu h_{\nu-1}}$ ;

2) витратами на передачу агрегованих даних в  $h_{\nu-1}$ -й центр дистанційного навчання за зв'язком  $x_{h_\nu h_{\nu-1}}$ . Якщо відома вартість передачі одиниці інформації  $c_{h_\nu h_{\nu-1}}$ , то ці витрати становитимуть:  $c_{h_\nu h_{\nu-1}} v_{h_\nu h_{\nu-1}}$ ;

• витрати на формування і передачу оперативних даних дистанційного навчання на нижні рівні центрів обробки. Ці витрати визначаються:

1) витратами на формування оперативних даних дистанційного навчання на нижні  $(\nu + 1), \dots, (\nu + \eta)$  рівні центрів обробки, які взаємопов'язані з  $h_\nu$ -им центром дистанційного навчання. Ці витрати визначаються вартістю формування оперативних даних:  $\alpha_{h_\nu i_{\nu+1}}^{\beta\alpha}, \dots, \alpha_{h_\nu i_{\nu+\eta}}^{\beta\alpha}$ ;

2) витратами на передачу оперативних даних дистанційного навчання на нижні  $(\nu + 1), \dots, (\nu + \eta)$  рівні центрів обробки за зв'язками:  $x_{h_\nu i_{\nu+1}}^{\beta\alpha}, \dots, x_{h_\nu i_{\nu+\eta}}^{\beta\alpha}$ . Якщо відомі вартості передачі одиниці інформації  $c_{h_\nu i_{\nu+1}}^{\beta\alpha}, \dots, c_{h_\nu i_{\nu+\eta}}^{\beta\alpha}$ , то ці витрати становитимуть:  $c_{i_{\nu+1} h_\nu}^{\beta\alpha} v_{i_{\nu+1} h_\nu}^{\beta\alpha}, \dots, c_{i_{\nu+\eta} h_\nu}^{\beta\alpha} v_{i_{\nu+\eta} h_\nu}^{\beta\alpha}$ .

Наведені витрати на створення та експлуатацію системи дистанційного навчання будуть різними для кожної з множини структур  $S = \{\sigma\}$  і множини технологій функціонування  $\Gamma = \{\gamma\}$ . Для централізованої

структури (див. рис. 3.2), з використанням графоаналітичної моделі (див. рис. 3.5), наведені витрати визначаються такою залежністю:

$$\begin{aligned}
 Z_{\text{ц}}^{\gamma} = & E_{\text{н}} \left( Z_{\text{Т}h_1}^{\beta\gamma} + Z_{\text{Б}h_1}^{\beta\gamma} + Z_{\text{О}h_1}^{\beta\gamma} + Z_{\text{ПП}h_1}^{\beta\gamma} + Z_{\text{ОБ}h_1}^{\beta\gamma} \right) + Z_{\text{ОТ}h_1}^{\beta\gamma} + c_{h_1} + \\
 & + \sum_{\nu=1}^{\nu} \sum_{i_{\nu} \in I_{\nu}} \left( c_{h_1 i_{\nu}}^{\beta\alpha} v_{h_1 i_{\nu}}^{\beta\alpha} + c_{h_1 i_{\nu}}^{\beta\alpha} v_{i_{\nu} h_1}^{\beta\alpha} \right) x_{h_1 i_{\nu}}^{\beta\alpha}; \\
 x_{hi}^{\beta\alpha} = & \begin{cases} 1, \text{ якщо } h_1\text{-ий центр дистанційного навчання} \\ \text{взаємозв'язаний з } i_{\nu}\text{-им центром обробки;} \\ 0, \text{ в протилежному випадку,} \end{cases}
 \end{aligned} \tag{3.7}$$

де  $I_{\nu} = \{i_1, i_2, \dots, i_{i_{\nu}}\}$  – множина центрів обробки на всіх рівнях;

$E_{\text{н}}$  – нормативний коефіцієнт.

Для централізованої структури (див. рис. 3.4) з використанням графоаналітичної моделі (див. рис. 3.5) наведені витрати визначаються такою залежністю:

$$\begin{aligned}
 Z_{\text{дс}}^{\gamma} = & E_{\text{н}} \sum_{\nu=1}^{\nu} \sum_{h_{\nu} \in H_{\nu}} \left( Z_{\text{Т}h_1}^{\beta\gamma} + Z_{\text{Б}h_1}^{\beta\gamma} + Z_{\text{О}h_1}^{\beta\gamma} + Z_{\text{ПП}h_1}^{\beta\gamma} + Z_{\text{ОБ}h_1}^{\beta\gamma} \right) + \\
 & + \sum_{\nu=1}^{\nu} Z_{\text{ОТ}h_{\nu}}^{\beta\gamma} + \sum_{\nu=1}^{\nu} c_{h_{\nu}} + \sum_{\nu=1}^{\nu} \sum_{i_{\nu} \in I_{\nu}} \left( c_{h_{\nu} i_{\nu}}^{\beta\alpha} v_{h_{\nu} i_{\nu}}^{\beta\alpha} + c_{h_{\nu} i_{\nu}}^{\beta\alpha} v_{i_{\nu} h_{\nu}}^{\beta\alpha} \right) x_{h_{\nu} i_{\nu}}^{\beta\alpha} + \\
 & + \sum_{\nu=1}^{\nu} \sum_{s=1}^{\nu} c_{h_{\nu} h_{\nu+1}} v_{h_{\nu} h_{\nu+1}} x_{h_{\nu} h_{\nu+1}} + c_{h_{\nu} h_s} v_{h_{\nu} h_s} x_{h_{\nu} h_s};
 \end{aligned} \tag{3.8}$$

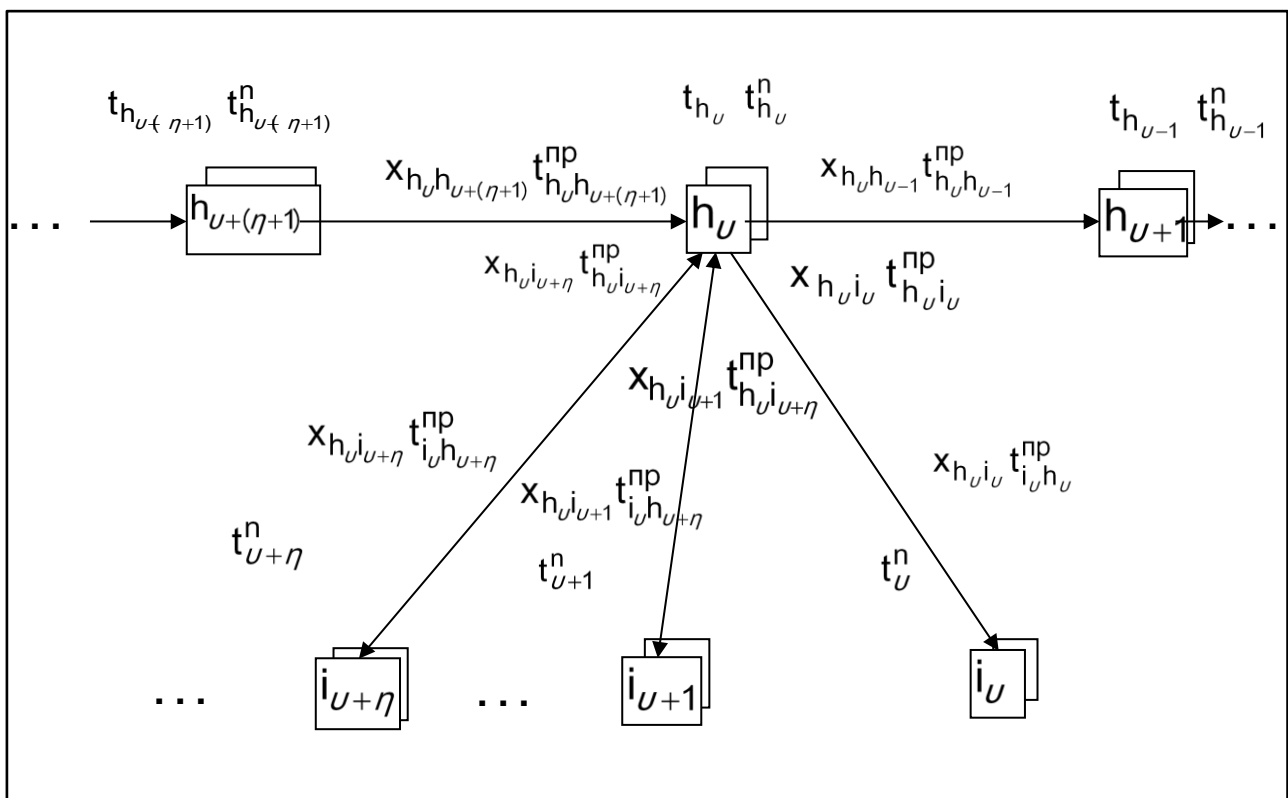
$$\sum_{\nu=1}^{\nu} \sum_{i_{\nu} \in I_{\nu}} x_{h_{\nu} i_{\nu}}^{\beta\alpha} = \left| \sum_{\nu=1}^{\nu} I_{\nu} \right|; \quad \sum_{\nu=\nu, i_{\nu+1} \in I_{\nu+1}} x_{h_{\nu} i_{\nu+1}}^{\beta\alpha} = |I_{\nu+1}|; \quad \sum_{\nu=1}^{\nu} \sum_{h_s \in H_s} x_{h_{\nu} h_s} = \left| \sum_{\nu=1}^{\nu} H_s^{\nu} \right|;$$

$$h = \overline{1, m}; \quad i = \overline{1, n}; \quad \beta = \overline{1, b}; \quad \nu = \overline{1, v}; \quad \eta = \overline{1, n}; \quad s = \overline{1, v}.$$

Аналогічні залежності можна отримати для варіантів змішаних структур (див. рис. 3.3), з використанням графоаналітичної моделі (див. рис. 3.5).

Однією з найважливіших характеристик системи дистанційного навчання є час виконання операцій дистанційного навчання. Під час цього

в дискретних системах, де найбільш ефективним є подієвий, а не інтервальний принцип збору даних дистанційного навчання, час контролю визначається часом підготовки даних дистанційного навчання, часом передачі даних дистанційного навчання за каналами зв'язку, часом первинної обробки даних дистанційного навчання, часом формування результатів дистанційного навчання та їх візуалізації, часом формування оперативних даних дистанційного навчання та передачі їх на нижній рівень, а також часом формування агрегованих даних дистанційного навчання та передачі їх на верхній рівень. В ієрархічних системах, крім того, розглядається час виконання операцій дистанційного навчання для кожного рівня і в цілому для всієї системи дистанційного навчання. Для оцінювання часових параметрів процесу дистанційного навчання пропонується використовувати графоаналітичну модель, подібну до тієї, що наведена на рис. 3.5, і в якій вартісні параметри замінено на часові (рис. 3.6).



**Рис. 3.6. Графоаналітична модель оцінювання часових характеристик процесу дистанційного навчання**

У графоаналітичній моделі (рис. 3.6):

$t_{U+η}^n, \dots, t_{U+1}^n, t_U^n$  – час підготовки даних дистанційного навчання відповідно до протоколів  $P_1, P_2, P_3$ ;



$t_{i_{\nu}h_{\nu+\eta}}^{\text{пр}}, \dots, t_{i_{\nu}h_{\nu+1}}^{\text{пр}}, t_{i_{\nu}h_{\nu}}^{\text{пр}}$  – час передачі оперативних даних дистанційного

навчання в центри обробки;

$t_{h_{\nu}i_{\nu+\eta}}^{\text{пр}}, \dots, t_{h_{\nu}i_{\nu+1}}^{\text{пр}}, t_{h_{\nu}i_{\nu}}^{\text{пр}}$  – час передачі даних дистанційного навчання

від центрів обробки до центрів дистанційного навчання;

$t_{h_{\nu(\eta+1)}}^{\text{п}}, \dots, t_{h_{\nu}}^{\text{п}}, t_{h_{\nu-1}}^{\text{п}}$  – час підготовки агрегованих даних дистанційно-

го навчання на верхній рівень системи дистанційного навчання;

$t_{h_{\nu}h_{\nu(\eta+1)}}^{\text{пр}}, t_{h_{\nu}h_{\nu-1}}^{\text{пр}}$  – час передачі агрегованих даних дистанційного

навчання між центрами дистанційного навчання;

$t_{h_{\nu}}^{\text{п}}$  – час прийому і обробки даних дистанційного навчання в центрі

дистанційного навчання:

$$t_{h_{\nu}}^{\text{п}} = \sum_{\mu=\nu}^{\nu+\eta} (t_{h_{\nu}i_{\mu}}^{\text{пм}} + t_{h_{\nu}i_{\mu}}^{\text{об}} + t_{h_{\nu}i_{\mu}}^{\text{вз}}) + \sum_{l=\nu}^{\nu+\eta+1} (t_{h_{\nu}i_l}^{\text{пм}} + t_{h_{\nu}i_l}^{\text{об}}) + \sum_{k=1}^{\mu} t_{h_{\nu}i_k}^{\text{од}}, \quad (3.9)$$

де  $t_{h_{\nu}i_{\mu}}^{\text{пм}}, t_{h_{\nu}i_l}^{\text{пм}}$  – час виконання операцій прийому, відповідно, даних дистанційного навчання і агрегованих даних;

$t_{h_{\nu}i_{\mu}}^{\text{об}}, t_{h_{\nu}i_l}^{\text{об}}$  – час виконання операцій обробки даних дистанційного навчання і агрегованих даних, відповідно;

$t_{h_{\nu}i_{\mu}}^{\text{вз}}$  – час візуалізації даних дистанційного навчання;

$t_{h_{\nu}i_k}^{\text{од}}$  – час формування оперативних даних дистанційного навчання в центри обробки.

Використовуючи графоаналітичну модель оцінювання часових характеристик процесу дистанційного навчання можна отримати такі часові характеристики:

час виконання операцій дистанційного навчання для  $\nu$ -го рівня:

$$t_{\nu} = \sum_{\mu=0}^h (t_{i_{\nu}h_{\mu}}^{\text{пр}} + t_{h_{\nu}i_{\mu}}^{\text{пр}}) + t_{h_{\nu}h_{\nu(\eta+1)}}^{\text{пр}} + t_{h_{\nu}h_{\nu-1}}^{\text{пр}} + t_{h_{\nu(\eta+1)}}^{\text{п}} + t_{h_{\nu}}^{\text{п}} + t_{h_{\nu}}; \quad (3.10)$$

час виконання операцій дистанційного навчання для всіх рівнів системи:

$$t_{\text{кон}} = \sum_{\nu=1}^V t_{\nu}; \quad \nu = \overline{1, V}. \quad (3.11)$$

Такі характеристики, як достовірність і повнота, визначаються складом даних дистанційного навчання, які повинні надавати достовірні та повні дані про процеси, що відбуваються в технологічній підсистемі. Описана в розділі 2 технологія формування критеріїв ефективності функціонування технологічної підсистеми, а також склад протоколів обміну інформацією дозволяють отримати достовірні і повні дані про стан технологічної підсистеми під час зміни її станів.

Використання відповідних механізмів у програмному забезпеченні дозволяє підготовляти до передачі каналами зв'язку повністю достовірні і повні дані.

Однак під час передачі даних каналами зв'язку може відбутися їх спотворення, що значною мірою знижує рівень достовірності та повноти інформації. Тому як критерій достовірності та повноти даних дистанційного навчання пропонується використовувати різницю між даними дистанційного навчання, які підготовлені для передачі каналами зв'язку ( $d_{i_{\nu}h_{\nu}}^{\text{под}}$ ), і даними дистанційного навчання, які прийняті в центрах дистанційного навчання ( $d_{i_{\nu}h_{\nu}}^{\text{прн}}$ ):

$$\xi = \left| d_{i_{\nu}h_{\nu}}^{\text{под}} - d_{i_{\nu}h_{\nu}}^{\text{прн}} \right|. \quad (3.12)$$

Готовність визначається інтервалом часу ( $t^{\text{гот}}$ ), протягом якого підсистема дистанційного навчання може почати виконання завдань дистанційного навчання з заданими якісними характеристиками. Інтервал часу  $t^{\text{гот}}$  задається під час проектування у вигляді обмеження.

До множини інших критеріїв оцінювання ефективності системи дистанційного навчання відноситься швидкодія, надійність, економічна ефективність та ін.

### 3.4. Розробка моделі синтезу ефективної структури системи дистанційного навчання

У загальному випадку завдання вибору ефективної структури системи дистанційного навчання на основі наведених результатів, формулюється таким чином: необхідно вибрати таку структуру системи дистанційного навчання з множини структур  $S = \mathfrak{A}$  і таку технологію її функціонування з множини технологій  $\Gamma = \{\gamma\}$ , які забезпечать мінімум вартості системи дистанційного навчання і мінімум завантаження каналів зв'язку:

$$\mathfrak{C}(\sigma, \gamma) = \mathfrak{Z}(\sigma, \gamma) + K\mathfrak{V}(\sigma, \gamma) \rightarrow \min_{\sigma \in S, \gamma \in \Gamma}, \quad (3.13)$$

за умови обмежень:

- на час виконання операцій дистанційного навчання за кожним  $U$ -им рівнем системи і всією системою в цілому:

$$t_U^{\text{кон}} \leq T_U^{\text{кон}}; \quad t_{\text{кон}} \leq T_{\text{кон}}, \quad (3.14)$$

де  $T_U^{\text{кон}}$ ,  $T_{\text{кон}}$  – директивно заданий час виконання операцій дистанційного навчання, відповідно, для  $U$ -го рівня і системи в цілому;

- повноту та достовірність даних дистанційного навчання, які повинні забезпечувати задане значення різниці між даними дистанційного навчання, які підготовлені для передачі за каналами зв'язку, і які прийняті:

$$\xi = \left| d_{i_U h_U}^{\text{под}} - d_{i_U h_U}^{\text{прн}} \right| \leq \xi^*; \quad (3.15)$$

- рівень готовності:  $t^{\text{гот}} \leq t^{\text{гот}*}$ .

Тут  $\mathfrak{C}(\sigma, \gamma)$  – вартість  $\sigma$ -ої структури системі дистанційного навчання, яка функціонує з використанням  $\gamma$ -ої технології;

$\mathfrak{Z}(\sigma, \gamma)$  – наведені витрати на реалізацію  $\sigma$ -ої структури системи дистанційного навчання, яка функціонує з використанням  $\gamma$ -ої технології (3.7) – (3.8).

Сформульоване завдання (3.13) – (3.15) відноситься до задач нелінійного програмування з булевими змінними.

Для його вирішення можуть використовуватися методи перебору, динамічного програмування або евристичні методи. Найбільш широко розповсюдженим методом серед методів перебору є метод повного перебору. Метод повного перебору — це послідовний перебір усіх варіантів із знаходженням оптимуму. У ході цього даний метод використовується в таких випадках, коли потрібне рішення належить деякій кінцевій області. У загальному випадку, для вирішення завдання методом повного перебору необхідно переглянути всю область рішень і вибрати з них оптимальне [94]. Стосовно до задачі проектування структури системи дистанційного навчання метод повного перебору полягає в розгляді всіх варіантів реалізації структури і вибору такого варіанта структури, який забезпечує екстремум цільової функції (3.12) за умови обмежень (3.13) – (3.15). Однак даний метод має суттєве обмеження відносно застосування і може бути використаний тільки в системах із невеликою кількістю станів [20].

Методи динамічного програмування — одні з найбільш потужних і відомих математичних методів сучасної теорії управління, які отримали широке розповсюдження.

В основі методів динамічного програмування знаходиться процес покрокового вирішення задачі, коли на кожному кроці вибирається одне значення з множини допустимих на цьому кроці, причому таке, яке оптимізує завдану ціль. При цьому використовується специфічний принцип оптимальності, що визначає стратегію пошуку оптимального управління. Принцип формулюється таким чином: оптимальне управління не залежить від передісторії процесу зміни стану системи, а визначається лише її станом у момент часу, що розглядається. Якщо задано задачу з фіксованою кількістю початкових і кінцевих станів, то напрям пошуку оптимального управління може бути як з початку, так і з кінця процесу. В основі пошуку оптимального управління методами динамічного програмування знаходиться правило, що на кожному кроці управління прирощення цільової функції повинно бути максимальним.

Таким чином, методи динамічного програмування вирішують загальну оптимізаційну задачу шляхом пошуку оптимального управління на кожному кроці процесу. Тобто загальна оптимізаційна задача в методах динамічного програмування розподіляється на низку малих оптимізаційних задач.

Серед методів динамічного програмування широко відомі і часто застосовуються такі методи, як: метод Белмана, метод Гамільтона – Якобі – Белмана і метод Форда.

Основна складність, яка виникає під час вирішення завдань за допомогою методів динамічного програмування, пов'язана з необхідністю в процесі обчислення запам'ятовувати велику кількість проміжної інформації, що обумовлює високі вимоги до обсягів оперативної пам'яті [88]. Тому основний напрям у розвитку методів динамічного програмування пов'язаний з подоланням недоліків, які є наслідком проблеми розмірності.

Під евристичними слід розуміти методи, правильність яких не доведено. Вони виглядають достатньо правдоподібно, здається, що в більшості випадків вони мають давати правильне рішення. Іноді не вдається побудувати приклад, який би демонстрував помилковість або неуніверсальність методу. При цьому не вдається математичними засобами довести і правильність методу. Проте, практика використання евристичних методів дає позитивні результати [28; 30].

Евристичні методи різноманітні, тому не можна описати якусь загальну схему таких методів. Найчастіше евристичні методи застосовуються спільно з методами перебору для скорочення кількості варіантів, що перевіряються. При цьому деякі підмножини варіантів згідно з обраною евристикой вважаються завідомо неприйнятними і не перевіряються. Таким чином, алгоритм перебору з евристикой виконується набагато швидше, ніж алгоритм повного перебору. Однак відсутня гарантія отримання правильного рішення або гарантія того, що з усіх можливих вибрано найкраще рішення [41].

Слід зазначити, що в більшості випадків евристичні методи дозволяють прискорити процес вирішення завдання. Значний інтерес до їх дослідження виник у зв'язку з можливістю вирішення деяких завдань (розпізнавання об'єктів, доказ теорем тощо), в яких людина не може дати точний алгоритм розв'язання.

До основних евристичних методів, які набули широкого поширення, відносяться [28]:

модель сліпого пошуку, яка спирається на так званий метод випробувань і помилок;

лабіринтовий метод, під час якого розв'язання завдання розглядається як лабіринт, а процес пошуку рішення – як блукання лабіринтом;

структурно-семантичний метод, який вважається сьогодні найбільш змістовним і який відображає семантичні відношення між об'єктами, що складають область задачі.

Під час вирішення задачі (3.12) – (3.15) з використанням описаних методів на кожному кроці пошуку рішення необхідно виконувати оцінювання цільової функції (3.12) і обмежень (3.13) – (3.15). У роботі, незалежно від методу вирішення задачі, пропонується використовувати таку процедуру їх оцінювання:

Виконується генерація варіантів структури системи дистанційного навчання від централізованої (див. рис. 3.2) до децентралізованої (див. рис. 3.4) структури.

Для кожного варіанта структури системи дистанційного навчання формується графоаналітична модель оцінювання вартісних показників процесу передачі та обробки даних дистанційного навчання.

З використанням графоаналітичної моделі оцінювання вартісних показників процесу передачі та обробки даних дистанційного навчання, виконується розрахунок значення цільової функції  $F$  (3.12).

Для кожного варіанта структури системи дистанційного навчання формується графоаналітична модель оцінювання часових характеристик процесу дистанційного навчання.

З використанням графоаналітичної моделі оцінювання часових характеристик процесу дистанційного навчання, виконується розрахунок часових характеристик для кожного  $u$ -го рівня (3.9) і всієї системи в цілому (3.10). На основі графоаналітичної моделі оцінювання вартісних показників процесу передачі та обробки даних дистанційного навчання і графоаналітичної моделі оцінювання часових характеристик процесу дистанційного навчання розробляється імітаційна модель системи дистанційного навчання. Для зменшення витрат, пов'язаних зі зміною структури імітаційної моделі, використовується ідеографічний підхід [68]. З використанням імітаційної моделі системи дистанційного навчання виконується оцінювання рівня повноти і достовірності даних дистанційного навчання (3.11), рівня готовності системи  $t^{\text{ГОТ}}$ .

У зв'язку зі зміною зовнішніх і внутрішніх факторів структура технологічної системи та характеристики центрів обробки з плином часу можуть змінюватися, що призведе до структурних та параметричних змін системи дистанційного навчання. Для врахування цих змін необхідно

використовувати адаптивний підхід під час створення системи дистанційного навчання. У ході адаптивного підходу до процесу вибору структури системи дистанційного навчання, тобто до управління цим процесом, задається не одна система дистанційного навчання, яка має певні характеристики, а цілий клас систем дистанційного навчання [95; 96]. При цьому розглядається клас  $H = \{\zeta_t\}$  – керованих випадкових процесів, кожен із яких характеризується парою  $\{(\mu_t), \Sigma\}$  – сімейством керованих умовних розподілів  $(\mu_t^{\zeta_t})$  і множиною  $\Sigma$  допустимих стратегій. Крім того, визначено клас  $\Phi = \{\varphi_t\}$  функціоналів на траєкторіях процесів з  $H$ . Нехай сформульована мета управління, що відноситься до довільної пари  $(\zeta, \Phi)$  з множини  $(H, \Phi)$ . Вважається, що в класі  $H$  більше одного процесу, перетин  $\bigcap_{\zeta \in H} \Sigma_{\zeta}$  класів допустимих стратегій непустий і функціонали з  $\Phi$  мають кінцеві математичні очікування для кожного процесу з  $H$ . Адаптивною стратегією слід називати стратегію, яка будь-яку пару  $(\zeta, \Phi) \in H \times \Phi$  приводить до мети управління.

Слід конкретизувати множину  $H = \{\zeta_t\}$  і  $\Phi = \{\varphi_t\}$  системи дистанційного навчання. Для цього варто розглянути ті структурні та параметричні зміни в системі, які призводять до структурних та параметричних змін у системі дистанційного навчання. З плином часу в технологічній підсистемі можуть відбуватися такі структурні зміни:

- додавання і видалення центрів обробки  $(\mu_t^{1s})$ ;
- зміна структури взаємозв'язку за матеріальним потоком між центрами обробки  $(\mu_t^{2s})$ ;
- зміна видів центрів обробки: поява нових видів, перерозподіл видів між центрами обробки  $(\mu_t^{3s})$ ;
- перерозподіл функцій між центрами обробки  $(\mu_t^{4s})$ .

Крім структурних змін, у технологічній підсистемі можуть відбуватися такі параметричні зміни:

- зміна обсягів матеріальних потоків між центрами обробки  $(\mu_t^{1p})$ ;
- поява нових видів матеріальних потоків  $(\mu_t^{2p})$ ;
- зміна технології обробки матеріальних потоків у центрах обробки  $(\mu_t^{3p})$ ;

• зміна процедури формування списку параметрів, що контролюються ( $\mu_t^{4p}$ ).

Структурні і параметричні зміни в технологічній підсистемі призводять до необхідності таких *структурних* змін:

• взаємозв'язків між центрами обробки і центрами дистанційного навчання ( $\Sigma_t^{1s}$ );

• складу центрів дистанційного навчання ( $\Sigma_t^{2s}$ );

• видів центрів дистанційного навчання ( $\Sigma_t^{3s}$ );

• перерозподіл функцій між центрами дистанційного навчання ( $\Sigma_t^{4s}$ );

• взаємозв'язків між центрами дистанційного навчання ( $\Sigma_t^{5s}$ );

і *параметричних* змін у системі дистанційного навчання:

• функцій дистанційного навчання: додавання нових, видалення старих ( $\Sigma_t^{1p}$ );

• інформаційної технології дистанційного навчання ( $\Sigma_t^{2p}$ );

• процедур формування даних дистанційного навчання ( $\Sigma_t^{3p}$ );

• списку критеріїв контролю матеріальних потоків у системі дистанційного навчання ( $\Sigma_t^{4p}$ ).

Викладене дозволяє визначити такий склад елементів масиву (Н, Ф):

$$\Sigma_t^{1s} = \begin{matrix} s \\ 1 \end{matrix} \left( \mu_t^{1s} \right)$$

$$\Sigma_t^{2s} = \begin{matrix} s \\ 2 \end{matrix} \left( \mu_t^{2s}, \mu_t^{3s}, \mu_t^{4s} \right)$$

$$\Sigma_t^{3s} = \begin{matrix} s \\ 3 \end{matrix} \left( \mu_t^{3s}, \mu_t^{4s} \right)$$

$$\Sigma_t^{4s} = \begin{matrix} s \\ 4 \end{matrix} \left( \mu_t^{1s}, \mu_t^{2s}, \mu_t^{3s}, \mu_t^{4s} \right)$$

$$\Sigma_t^{5s} = \begin{matrix} s \\ 5 \end{matrix} \left( \mu_t^{1s}, \mu_t^{3s}, \mu_t^{4s} \right) \quad (3.16)$$

$$\Sigma_t^{1p} = \begin{matrix} p \\ 1 \end{matrix} \left( \mu_t^{2p}, \mu_t^{3p}, \mu_t^{4p} \right)$$



$$\Sigma_t^{2p} = \frac{p}{2} \left( \mu_t^{2p}, \mu_t^{4p} \right)$$

$$\Sigma_t^{3p} = \frac{p}{3} \left( \mu_t^{1p}, \mu_t^{4p} \right)$$

$$\Sigma_t^{4p} = \frac{p}{4} \left( \mu_t^{3p}, \mu_t^{4p} \right)$$

Адаптивною системою в даному випадку згідно з (3.16), буде та система, котра будь-якій зміні в технологічній підсистемі ( $\mu_t$ ) буде забезпечувати відповідну стратегію ( $\Sigma_t$ ) зміни в системі дистанційного навчання.

Якщо структурні зміни в системі дистанційного навчання (функції  $\varphi_1^s - \varphi_5^s$ ) можливо реалізувати шляхом вирішення задачі (3.13) – (3.15), то параметричні зміни (функції  $\varphi_1^p - \varphi_4^p$ ) можуть бути реалізовані тільки шляхом створення адаптивного програмного забезпечення системи дистанційного навчання.

Таким чином, з огляду на викладене, можна зробити такі висновки:

На основі аналізу технологічних вимог до системи дистанційного навчання розроблено математичну модель опису структури системи дистанційного навчання, визначено склад операцій, які виконуються під час реалізації функцій дистанційного навчання.

Розроблено графоаналітичну модель процесу передачі й обробки інформації в системі дистанційного навчання, яка використовується для опису ієрархічних структур системи дистанційного навчання, а також графоаналітична модель оцінювання часових характеристик процесу дистанційного навчання.

Розроблено критерії оцінювання ефективності структури системи дистанційного навчання.

Розроблено математичну модель синтезу ефективної структури системи дистанційного навчання.

Визначено групу методів, яка може бути застосована під час вирішення завдання синтезу ефективної структури системи дистанційного навчання.

На підставі аналізу структурних і параметричних змін у технологічній підсистемі розроблено модель структурної та параметричної адаптації системи дистанційного навчання.

## Розділ 4. Синтез і адаптація інструментальних засобів контролю

Основою для розробки математичних моделей синтезу й адаптації інструментальних засобів контролю є ідеографічний підхід. Далі буде розглянуто особливості застосування ідеографічного підходу до подання засобів підсистеми контролю, виконана доробка теоретичних основ ідеографічного підходу стосовно інструментальних засобів підсистеми контролю, розроблено процедуру формування засобів контролю на основі ідеографічного підходу, а також математичні моделі адаптації засобів контролю до структурних і параметричних змін технологічної підсистеми.

На початку розділу слід розглянути процеси життєвого циклу програмних засобів (ПЗ) та визначити необхідність у синтезі та адаптації інструментальних засобів.

Основні процеси життєвого циклу(ЖЦ) ПЗ:

- придбання – дії і завдання замовника, який здобуває ПЗ;
- поставка – дії і завдання постачальника, який постачає замовнику програмний продукт або послугу;
- розробка – дії і завдання, що виконуються розробником: створення ПЗ, оформлення проектної та експлуатаційної документації, підготовка тестових та навчальних матеріалів тощо;
- експлуатація – дії і завдання оператора – організації, що експлуатує систему;
- супровід – дії і завдання, що виконуються організацією, яка супроводжує (тобто службою супроводу). Супровід – це внесення змін у ПЗ із метою виправлення помилок, підвищення продуктивності або адаптації до нових умов роботи або вимогам;
- допоміжні;
- документування – формалізований опис інформації, створеної протягом ЖЦ ПЗ;
- управління конфігурацією – застосування адміністративних і технічних процедур протягом ЖЦ ПЗ для визначення стану компонентів ПЗ, управління його модифікаціями;
- забезпечення якості – забезпечення гарантій того, що ІС і процеси її ЖЦ відповідають заданим вимогам та затвердженим планам;

- верифікація – визначення того, що програмні продукти, які є результатами певної дії, повністю задовольняють вимоги або умови, обумовлені попередніми діями;

- атестація – визначення повноти відповідності заданих вимог і створеної системи їх конкретному функціональному призначенню;

- загальне оцінювання – оцінювання стану робіт по проекту: контроль планування та управління ресурсами, персоналом, апаратурою, інструментальними засобами;

- аудит – визначення відповідності вимогам, планам і умовам договору;

- вирішення проблем – аналіз і рішення проблем, незалежно від їх походження чи джерела, які виявлені в ході розробки, експлуатації, супроводу або інших процесів;

- організаційні;

- управління – дії і завдання, які можуть виконуватися будь-якою стороною, що управляє своїми процесами;

- створення інфраструктури – вибір і супровід технології, стандартів та інструментальних засобів; вибір та установка апаратних і програмних засобів, що використовуються для розробки, експлуатації чи супроводу ПЗ;

- удосконалення – оцінювання, вимір, контроль і вдосконалення процесів ЖЦ;

- навчання – початкове навчання і подальше постійне підвищення кваліфікації персоналу.

Кожен процес включає багато дій. Наприклад, процес придбання охоплює такі дії:

1. Ініціювання придбання.
2. Підготовка заявочних пропозицій.
3. Підготовка та коригування договору.
4. Нагляд за діяльністю постачальника.
5. Приймання та завершення робіт.

Кожна дія також включає багато завдань. Наприклад, підготовка заявочних пропозицій повинна передбачати:

1. Формування вимог до системи.
2. Формування списку програмних продуктів.
3. Встановлення умов і угод.
4. Опис технічних обмежень (середовище функціонування системи тощо).

Модель життєвого циклу ПЗ – структура, що визначає послідовність виконання та взаємозв'язку процесів, дій і завдань протягом життєвого циклу. Модель життєвого циклу залежить від специфіки, масштабу і складності проекту, а також специфіки умов, в яких система створюється і функціонує.

Стандарт ДСТУ ISO / IEC 12207-99 не пропонує конкретну модель життєвого циклу. Його положення є загальними для будь-яких моделей життєвого циклу, методів і технологій створення ІС. Він описує структуру процесів життєвого циклу, не конкретизуючи, як реалізувати або виконати дії і завдання, включені в ці процеси.

Модель ЖЦ ПЗ включає в себе:

- 1) стадії;
- 2) результати виконання робіт на кожній стадії;
- 3) ключові події – точки завершення робіт і прийняття рішень.

Стадія – це частина процесу створення ПЗ, обмежена певними тимчасовими рамками і закінчується випуском конкретного продукту (моделей, програмних компонентів, документації), що визначається заданими для даної стадії вимогами.

На кожній стадії можуть виконуватися декілька процесів. Співвідношення між процесами і стадіями також визначається використовуваною моделлю життєвого циклу ПЗ.

Не буває двох однакових проектів. Варіації в організаційних службах і процедурах, методах і стратегіях придбання, розмірі та складності проекту, вимогах системи і методи розробки серед іншого впливають на спосіб створення, застосування і супроводу ПЗ. Використовувані реально у фірмах життєві цикли ПЗ останнім часом часто відрізняються від наведених у стандартах у зв'язку з розвитком і впровадженням об'єктно-орієнтованого аналізу і проектування, а також методів швидкої розробки прикладних програм, CASE-систем і мов четвертого покоління. У нових технологіях скорочуються стадії безпосереднього створення програмних та інформаційних компонентів і деталізуються процеси системного аналізу і проектування ПЗ у цілому. Крім того, зростають роль і конкретизація робіт із технологічної підтримки та графічної візуалізації проектування, а також із стандартизації інтерфейсів компонентів у створюваних додатках. Особлива увага приділяється деталізації процесів ЖЦ, що забезпечують високу якість створюваних ПЗ, можливості їх ефективного ітераційного розвитку тривалий час у численних версіях. Вітчизняні роз-

робники і користувачі сучасних інструментальних засобів створення програм, як правило, не знають і не враховують досвід, формалізований і відображений в зарубіжних стандартах на ЖЦ ПЗ. Технологічні комплекси збираються з окремих, слабо пов'язаних інструментальних пакетів прикладних програм, які вирішують приватні завдання автоматизації без аналізу та обліку всього ЖЦ ПЗ. У результаті технологія і процеси розробки формуються несистемно – з позиції досягнення найвищих показників ефективності та якості всього життєвого циклу конкретного ПЗ, а з позиції якнайшвидшого досягнення видимих для замовника результатів проекту. У разі критичних ПЗ це позначається згодом на їх низькій надійності функціонування та безпеці застосування, а також ускладнює модернізацію та розвиток версій.

Альтернативою є вибір і формування комплексу інструментальних засобів під технологію, формалізовану на базі одного з адаптованих стандартів ЖЦ ПЗ.

Для зниження витрат і забезпечення якості обраний стандарт ЖЦ слід адаптувати до індивідуальним проектом ПЗ. Повинні бути визначені характеристики оточення проекту, які можуть впливати на адаптацію. Цими характеристиками можуть бути: функції ЖЦ інформаційної системи; вимоги системи та ПЗ; організаційні основи колективів фахівців, процедури і стратегії їх роботи; розмір, критичність і типи системи; кількість задіяного персоналу і сторін-учасників.

Застосування вимог до конкретного проекту (його адаптація) складається з робіт таких видів:

- визначення умов виконання проекту;
- запит вихідних даних для адаптації;
- вибір процесів, робіт і завдань;
- документування рішень з адаптації та їх обґрунтувань.

Під час визначення умов виконання проекту повинні бути визначені характеристики умов виконання проекту, що впливають на адаптацію (наприклад, модель ЖЦ; вплив ЖЦ циклу існуючої системи; вимоги до системи та ПЗ; організаційні підходи, процедури і цілі; розмір, критичність і типи системи, ПЗ продукту або послуги; кількість задіяного персоналу та сторін, які беруть участь у проекті).

У ході запиту вихідних даних для адаптації від суб'єктів, які беруть участь у проекті, повинні бути запитані й отримані вихідні дані, які можуть вплинути на рішення щодо адаптації. У роботі з адаптації мають бути за-

лучені користувачі, персонал супроводу, замовник і потенційні постачальники.

Під час вибору процесів, робіт і завдань мають бути визначені необхідні для побудови моделі ЖЦ ПЗ процеси, роботи і завдання. При цьому повинні бути охоплені документація, що розробляється, та обов'язки виконавців. Додаткові процеси, роботи і завдання, необхідні для реалізації проекту, слід встановити в договірній документації проекту.

Усі рішення з адаптації та їх обґрунтування мають бути документально оформлені.

Під час проведення робіт з адаптації слід керуватися також рекомендаціями в частині класифікації ПЗ і в частині вибору і побудови моделі ЖЦ ПЗ.

Так, побудова моделі ЖЦ ПЗ повинна базуватися на концептуальній ідеї ПЗ (системи), охоплювати розробку (створення), експлуатацію та супровід і закінчуватися зняттям (утилізацією). Модель ЖЦ зазвичай розподіляється на періоди реалізації, наприклад, стадії або етапи. Кожний такий розподіл має охоплювати окремі роботи і завдання, реалізовані в даному періоді (стадії, етапі), і під час їх завершення може знадобитися дозвіл сторін на перехід до наступного періоду моделі.

Запитання адаптації загальної структури ЖЦ ПЗ, є ключовими у ході вибору (побудови) моделі ЖЦ ПЗ (автономної або такої, що входить до складу загальної моделі ЖЦ створюваної системи) в умовах реалізації конкретного проекту.

Процеси загальної структури ЖЦ ПЗ засновані на двох вихідних принципах – модульності і відповідальності.

*Принцип модульності* заснований на таких положеннях. Кожен процес сильно пов'язаний, тобто організований таким чином, що всі частини процесу (роботи, завдання) суворо взаємопов'язані, а також:

- процеси вільно з'єднані між собою. Кількість інтерфейсів між процесами зведено до мінімуму;
- у принципі кожен процес призначений для реалізації унікальної функції в ЖЦ і може залучати інший процес для виконання спеціалізованої функції. Під час визначення сфери застосування і структурування процесів повинні використовуватися такі правила:

1. Процес повинен бути свого роду модулем ЖЦ, тобто кожен процес повинен виконувати тільки власну функцію в ЖЦ, а інтерфейси між двома будь-якими процесами повинні бути мінімальні.

2. Кожен процес має бути прив'язаний до архітектури системи.
3. Якщо процес А викликаний процесом В і тільки процесом В, тоді А належить до В.
4. Якщо робота або завдання викликані більш ніж одним процесом, тоді вони самі стають процесом.
5. Повинна бути можливість для перевірки будь-якого процесу, роботи і завдання в моделі ЖЦ.
6. Кожен процес повинен мати внутрішню структуру, встановлену відповідно до того, що повинно виконуватися.

*Принцип відповідальності* базується на певних обов'язках кожного суб'єкта, залученого в ЖЦ. Суб'єкт може виконувати один або декілька процесів. Процес може бути виконаний одним або кількома суб'єктами, при цьому один із суб'єктів має бути визначений відповідальним за процес. Суб'єкт, що виконує процес, несе відповідальність за весь даний процес, навіть якщо виконання окремих робіт (завдань) доручено іншим суб'єктам.

Відповідальність є особливістю структури ЖЦ стосовно умов проекту, в який закономірно може бути залучено безліч суб'єктів.

Безумовно, застосування ДСТУ ISO / IEC 12207 вимагає від відповідних суб'єктів певних зусиль щодо його адаптації до умов реалізації конкретних проектів. Крім того, потрібні зусилля щодо його взаємозв'язку з конкретними методиками розробки систем та іншими стандартами. Тим не менш, можна вважати, що впровадження даного стандарту в практичну діяльність має полегшити впорядкування взаємовідносин між суб'єктами, залученими в ЖЦ ПЗ.

У стандартах на ЖЦ ПЗ відображено зміст етапів робіт і результуючих документів на методологічному та концептуальному рівнях. Методи та засоби реалізації кожної роботи в цих стандартах не розкриваються і адресуються до спеціальних, деталізуючих нормативних документах різних рівнів. Проте ряд характерних особливостей етапів принципово не дозволяє створити повний набір міжнародних стандартів, що підтримують всі етапи і процеси ЖЦ ПЗ. Наприклад, швидко оснащуватися різними методами та інструментальними засобами етапів системного аналізу, моделювання і попереднього проектування, що не дозволяє стабілізувати основу цих процесів, достатню для формалізації на рівні міжнародних стандартів, для підготовки яких потрібно кілька років. Тому для цих етапів створюються нормативні документи на рівні стандартів

де-факто, керівництв фірм або супроводжуючої документації на конкретні інструментальні засоби.

#### **4.1. Застосування ідеографічного підходу до подання підсистеми контролю**

На основі аналізу існуючих технологій програмування в роботах [25; 26; 29; 30] показано, що будь-які, навіть незначні зміни в програмних засобах (додавання нових функцій, можливостей, засобів), вимагають обов'язкової участі програміста.

Запропонована в [26; 30] і розвинена в роботах [25; 29] контекстна схема інформаційної технології проектування програмних засобів наведена на рис. 4.1. На відміну від класичної технології, у неї включений засіб ідеографічного опису (е), який дозволяє користувачеві (а) без залучення програміста (в) здійснювати модифікацію й адаптацію програмного засобу (с) під час його розвитку. Крім того, така схема дозволяє залучати програміста тільки в тому випадку, якщо необхідно реалізовувати нові функції.

Контекстна схема інформаційної технології проектування програмних засобів:  $Я_c$  – мова специфікацій, яка використовується під час спілкування користувача (а) і програміста (в);  $Я_{uo}$  – мова ідеографічного опису;  $Я_{пр}$  – мова проектування;  $Я_k$  – мова команд для роботи із програмним засобом (с);  $Я_a$  – алгоритмічна мова, яка використовується у ході створення програмного засобу;  $Я_{um}$  – мова опису ідеографічної моделі.

Розроблені в роботах [25; 26] методологічні основи ідеографічного підходу орієнтовані, в основному, на автоматизацію процесів створення програм імітаційного моделювання. Відмінностями під час використання ідеографічного підходу для створення засобів контролю є:

- 1) ідеографічні елементи підрозділяються на такі два види: структурний і функціональний;
- 2) структурний ідеографічний елемент є віртуальним аналогом об'єкта обробки матеріального потоку, під яким розуміється центр обробки або група центрів обробки;
- 3) структурний ідеографічний елемент використовується для моделювання структури обробки матеріальних потоків у технологічній підсистемі;



4) функціональний ідеографічний елемент містить усі необхідні методи обробки даних контролю і їх візуалізації;

5) функціональний ідеографічний елемент прив'язується до об'єкта обробки матеріального потоку.

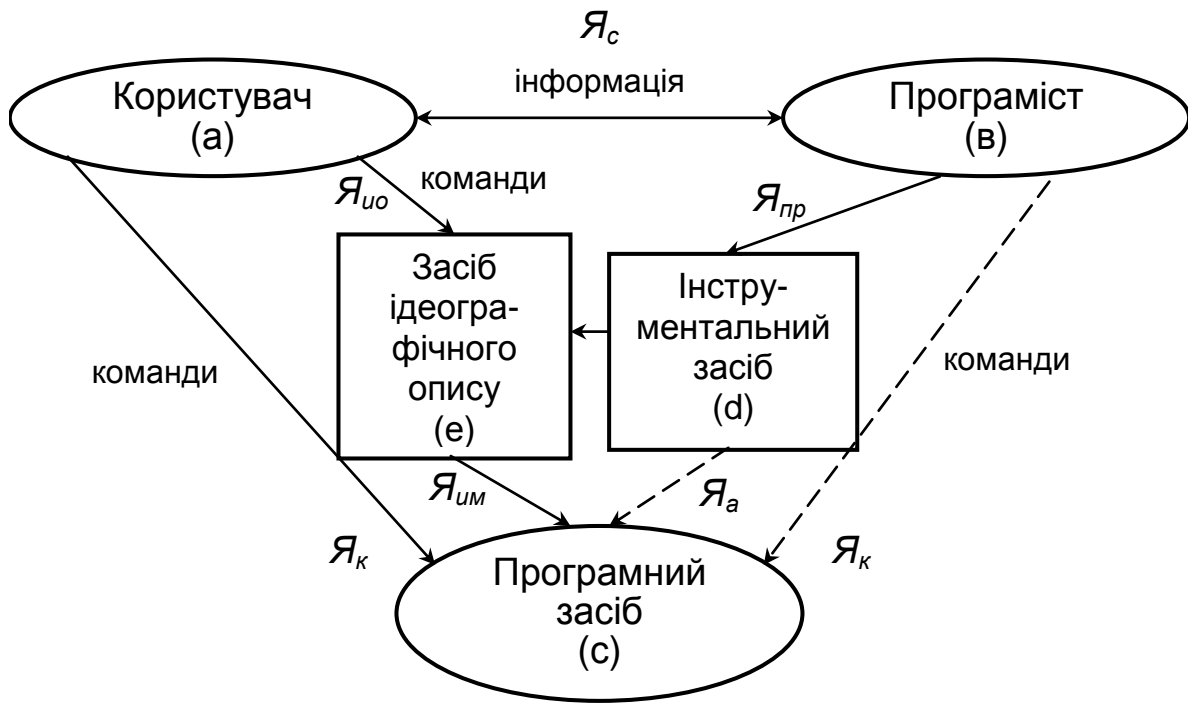


Рис. 4.1. Контекстна схема інформаційної технології

На основі використання цих відмінностей виконана така модифікація методологічних основ ідеографічного підходу, наведена в роботах [26; 29]. Наведені далі теореми є аналогом наведених у [25], доказ яких може бути отриманий за подібними схемами.

**Визначення 1.** Структурний ідеографічний елемент ( $Id_c$ ) ідеографічної моделі ( $Im$ ) описує тільки один певний структурний об'єкт обробки матеріального потоку модельованої системи ( $Mc$ ): центр обробки, групу центрів обробки.

**Визначення 2.** Функціональний ідеографічний елемент ( $Id_\phi$ ) ідеографічної моделі ( $Im$ ) описує методи обробки даних контролю і їх візуалізації в модельованій системі ( $Mc$ ).

**Визначення 3.** Структурний ( $Id_c$ ) і функціональний ( $Id_\phi$ ) ідеографічні елементи мають трирівневу структуру, яка складається з логічного ( $l$ ), концептуального ( $k$ ) і фізичного ( $f$ ) рівнів (рис. 4.2).

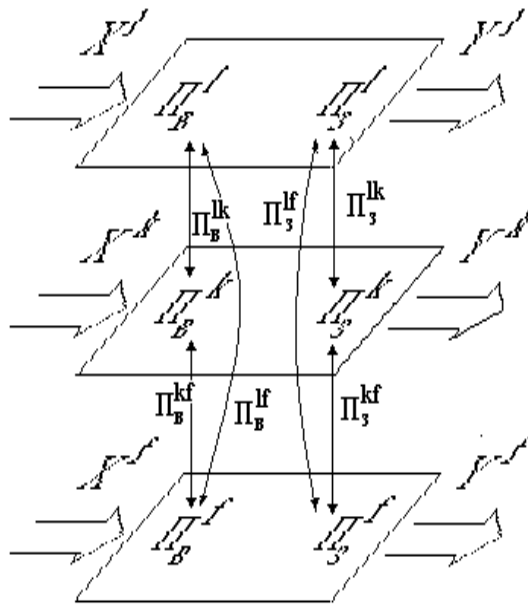


Рис. 4.2. Структурна схема ідеографічного елемента  $Id$

**Визначення 4.** Функція  $F_\phi : X_\phi \rightarrow Y_\phi$  або  $Y_\phi = F_\phi(X_\phi)$  є відображення множини вхідних значень  $X_\phi$  даних контролю в множину елементів вихідних результатів  $Y_\phi$  контролю кожного з функціональних ідеографічних елементів  $Id_\phi$  ідеографічної моделі  $Im$  на кожному з рівнів відображення:  $l_\phi, k_\phi, f_\phi$ . Простір вхідних змінних визначається областями визначення  $A_\phi$  змінних  $x_1^\phi, x_2^\phi, \dots, x_A^\phi$ . Простір вихідних змінних визначається областями значень  $B_\phi$  змінних  $y_1^\phi, y_2^\phi, \dots, y_B^\phi$ , а елементом вихідних результатів є точки  $y_1^\phi, y_2^\phi, \dots, y_B^\phi$ .

**Визначення 5.** Функція  $F_c : X_c \rightarrow Y_c$  або  $Y_c = F_c(X_c)$  є відображення множини вхідних значень  $X_c$  даних структурних взаємозв'язків у множину вихідних результатів  $Y_c$  структурних взаємозв'язків кожного зі структурних ідеографічних елементів  $Id_c$  ідеографічної моделі  $Im$  на кожному з рівнів відображення:  $l_c, k_c, f_c$ . Простір вхідних змінних визначається областями визначення  $A_c$  змінних  $x_1^c, x_2^c, \dots, x_A^c$ . Простір вихідних змінних визначається областями значень  $B_c$  змінних  $y_1^c, y_2^c, \dots, y_B^c$ , а елементом вихідних результатів є точки  $y_1^c, y_2^c, \dots, y_B^c$ .

**Аксиома 1.** Функція  $F^j : X^j \rightarrow Y^j$  або  $Y^j = F^j(X^j)$ , де  $j = (l, k, f)$ , для кожного з рівнів ідеографічного елемента  $Id$  (структурного або функціонального) ідеографічної моделі  $Im$  має свої, властиві тільки їй області визначення

вхідних  $A^l, A^k, A^f$  і вихідних змінних  $B^l, B^k, B^f$ , а також відповідні елементи вхідних  $x_i^j$  і вихідних  $y_i^j$  результатів.

*Визначення 6.* Ідеографічний елемент  $Id$  (див. рис. 4.2) (структурний або функціональний) на кожному рівні опису складається з:

- плану відображення ( $\Pi_o^j$ ) – графічного відображення функції перетворення  $Y^j = F(X^j)$  множини змінних  $P^j$ , які складаються зі змінних входу, виходу й внутрішніх змінних:  $P^j = \{x^j, y^j, v^j\}$  ;

- плану змісту ( $\Pi_c^j$ ) – відображає математичне вираження, яке задає перетворення множини змінних:  $P^j = \{x^j, y^j, v^j\}$  .

*Визначення 7.* Між планом відображення  $\Pi_o$  й планом змісту  $\Pi_c$  рівнів опису ідеографічного елемента  $Id$  (структурного або функціонального) є взаємооднозначна відповідність, яка описується за допомогою плану відображення ( $\Pi_o^{lk}, \Pi_o^{lf}, \Pi_o^{kf}$ ) і плану змісту ( $\Pi_c^{lk}, \Pi_c^{lf}, \Pi_c^{kf}$ ) рівнів.

*Визначення 8.* Вихідні результати  $y^j$  ідеографічного елемента  $Id$  (структурного або функціонального) не можуть бути вхідними  $x^j$  даними того ж елемента.

*Аксиома 2.* Кількість і ступінь відносини між вхідними й вихідними змінними ідеографічного елемента  $Id$  (структурного або функціонального) визначає аксіома обчислення  $s(Id)$ .

*Аксиома 3.* Кількість входів ідеографічного елемента  $Id$  (структурного або функціонального) визначається порогом обчислення  $p(Id)$ .

*Аксиома 4.* Кожний функціональний ідеографічний елемент  $Id_\phi$  має зв'язок за інформацією зі структурним ідеографічним елементом  $Id_c$ , що дозволяє персоніфікувати дані контролю кожного функціонального ідеографічного елемента  $Id_\phi$  з конкретним структурним ідеографічним елементом  $Id_c$ .

*Аксиома 5.* Структурний ідеографічний елемент  $Id_c$  має кілька планів відображення ( $\Pi_o^j$ ), які використовуються для його відображення на  $u$ -х рівнях ієрархічної структури ідеографічної моделі ( $Im$ ).

*Визначення 9.* Вихідні результати функціонального ідеографічного елемента ( $Id_\phi$ ) є результатами виконання операцій контролю проходження матеріальних потоків у модельованій системі й даними їхнього візуального відображення.

*Визначення 10.* Комплексування ідеографічних елементів ( $Id$ ) (структурних або функціональних) в ідеографічну модель ( $Im$ ) виконується на підставі їх планів відображення  $\Pi_o = \{ \Pi_o^l, \Pi_o^k, \Pi_o^f \}$ , а перевірка правильності комплексування – на підставі їх планів змісту  $\Pi_c = \{ \Pi_c^l, \Pi_c^k, \Pi_c^f \}$ .

*Визначення 11.* Між вхідними змінними рівнів ідеографічного елемента (структурного або функціонального)  $X = \{ X^l, X^k, X^f \}$  і вихідними результатами  $Y = \{ Y^l, Y^k, Y^f \}$  існує взаємно однозначна відповідність.

Модифіковані методологічні основи ідеографічного підходу використані під час розробки адаптивних інструментальних засобів контролю проходження матеріальних потоків у розподілених організаційно-технологічних системах.

## 4.2. Процедура формування інструментальних засобів контролю на основі ідеографічного опису

Інструментальні засоби контролю повинні забезпечувати опис структури  $Sd^{(-)}$ -системи, а також реалізацію обраної технології обробки даних контролю відповідно до розроблених у розділі 2 моделей. У зв'язку з тим, що структура  $Sd^{(-)}$ -системи є ієрархічною, тому структурні ідеографічні елементи  $Id_c$  повинні описувати цю структуру. Оскільки кожний структурний ідеографічний елемент  $Id_c$  описує конкретний об'єкт обробки матеріального потоку (*визначення 1*), то кожний  $Id_c$ , по-перше, повинен мати відповідні ієрархічні зв'язки, а по-друге – описувати його на різних рівнях. Слід позначити як  $Id_c^u$  – структурний ідеографічний елемент  $u$ -го рівня. На рис 4.3 наведено ідеографічний опис ієрархічної структури  $Sd^{(-)}$ -системи (структурної ідеографічної моделі- $Im_c$  системи). Кожний з  $Id_c^u$  має два плани відображення (*аксіома 5*):  $\Pi_{o1}^{ju}$ -об'єкт, що описує обробки матеріального потоку в згорнутому вигляді (план відображення першого вигляду)  $\Pi_{o2}^{ju}$  і -об'єкт, що описує обробки матеріального потоку в розгорнутому вигляді (план відображення другого вигляду).

Структурні ідеографічні елементи нижніх рівнів  $Id_c^{u+1}, Id_c^{u+2}, Id_c^{u+3}, \dots$  взаємозалежні своїми планами відображення 1-го вигляду  $\Pi_{o1}^{ju+1}, \Pi_{o1}^{ju+2}, \Pi_{o1}^{ju+3}, \dots$  з планами відображення 2-го вигляду верхніх рівнів  $\Pi_{o2}^{ju}$ ,

$\Pi_{o2}^{j\upsilon+1}, \dots$ . Структурні ідеографічні елементи нижнього рівня  $Id_{c1}^{\upsilon+\eta}$ ,  $Id_{c2}^{\upsilon+\eta}, Id_{c3}^{\upsilon+\eta}, \dots$  мають тільки один план відображення 1-го виду  $\Pi_{o1}^{j\upsilon+\eta}$ . Наприклад, може бути тестування абітурієнтів до навчальних закладів, на самому нижньому рівні ієрархічної системи центрів обробки результатів тестування перебувають відділи тестування (ВТ). На карті міста або населеного пункту ВТ є крапками з найменуванням.

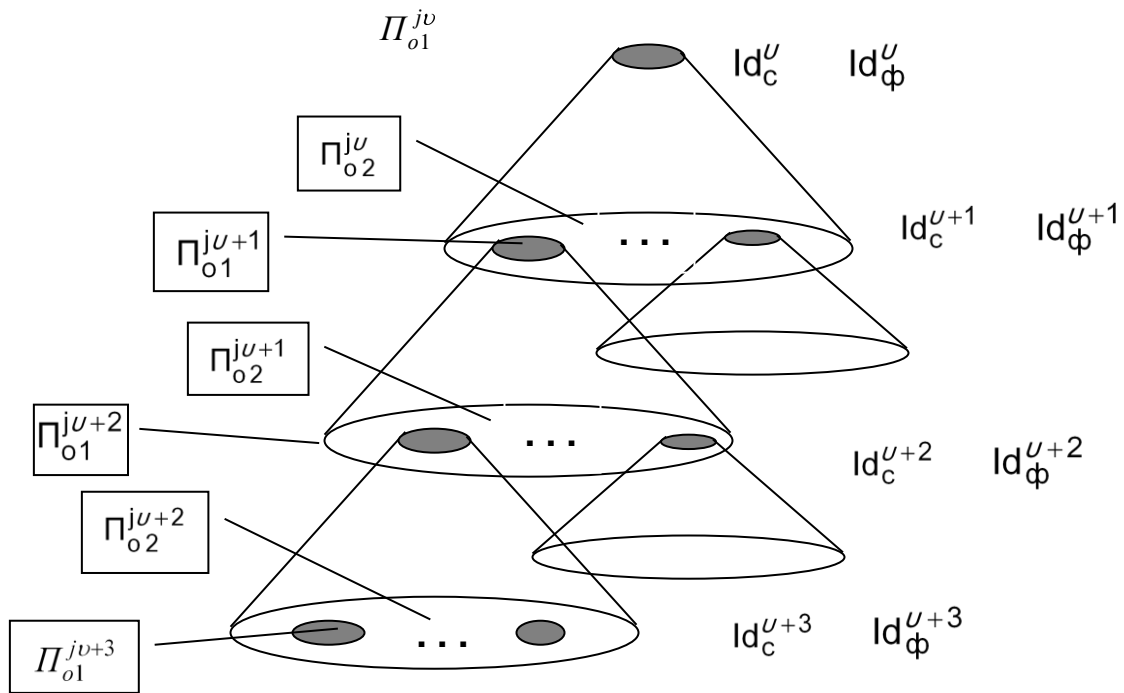


Рис. 4.3. Ідеографічний опис ієрархічної структури розподіленої організаційно-технологічної системи

Тому  $Id_c^{oc}$  буде мати тільки один, 1-й вигляд плану відображення  $\Pi_{o1}^{joc}$ .  $Id_c^{pn}$  районного рівня має два вигляди плану відображення:  $\Pi_{o1}^{jpn}$  – описує групу центрів обробки результатів тестування (ГЦО) на карті області (крапка);  $\Pi_{o1}^{jpn}$  – описує територію, на якій розташовані центри обробки результатів тестування, що перебувають у підпорядкуванні ГЦО (розташованими на ній  $Id_c^{oc}$ ).

Аналогічним чином описується  $Id_c^{ob}$  обласного й центрального  $Id_c^c$  рівнів.

Відповідно до *теорема 5* комплексування структурних ідеографічних елементів  $Id_c^u$  здійснюється на основі їх планів відображення двох

виглядів ( $\Pi_{o1}^{j\upsilon}$ ,  $\Pi_{o2}^{o\upsilon}$ ), що реалізується створенням ієрархічної інформаційної структури, яка наведена на рис. 4.4.

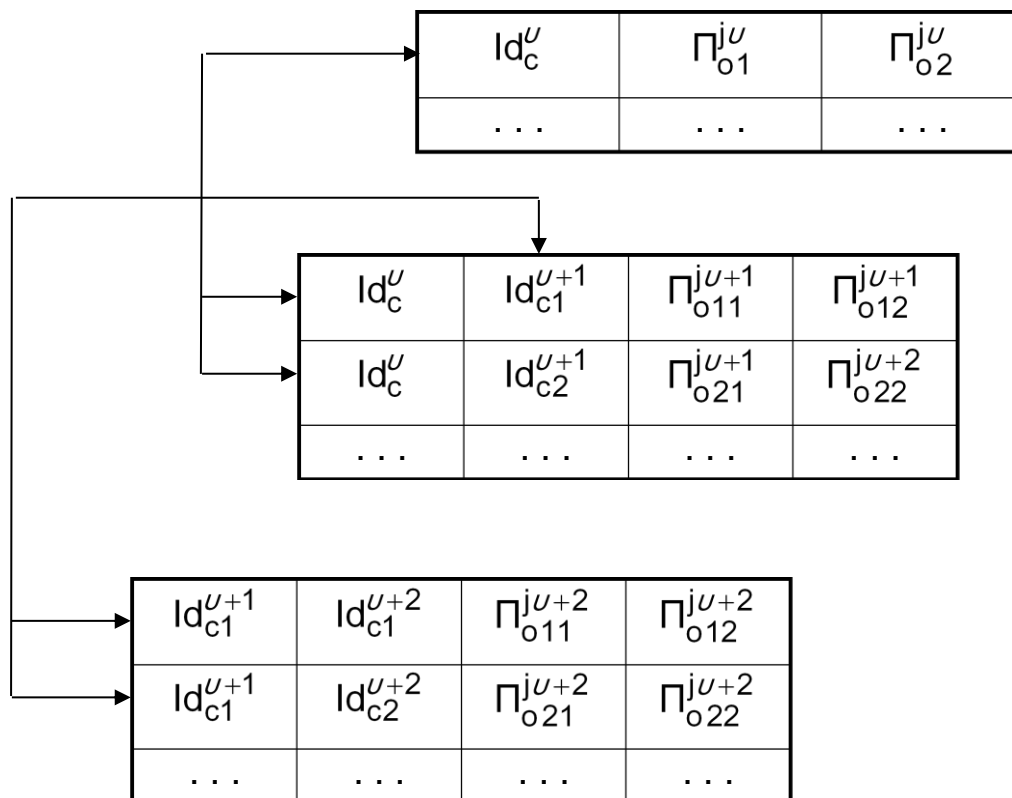


Рис. 4.4. Ієрархічна інформаційна структура комплексування  $Id_c^{\upsilon}$

Зміна структурного ідеографічного опису системи  $Im_c$  реалізується шляхом додавання, видалення або коректування відповідних інформаційних елементів інформаційної структури (див. рис. 4.4). Для реалізації процедури створення й ведення структурного ідеографічного опису  $Im_c$  можна використовувати засоби сучасних системи керування базами даних (СКБД).

Відповідно до визначення 2 функціональний ідеографічний елемент  $Id_{\phi}$  описує методи обробки даних контролю і їх візуалізації. З іншого боку, структурний ідеографічний опис  $Im_c$   $Sd^{(-)}$ -системи (див. рис. 4.3) на кожному  $\upsilon$ -му рівні ієрархії містить об'єкти обробки матеріального потоку того самого вигляду: відділення тестування (ВТ), Центр обробки результатів тестування (ЦОРТ). Тому функціональний ідеографічний елемент  $\upsilon$ -го рівня  $Id_{\phi}^{\upsilon}$  повинен реалізувати ті самі функції обробки й візуалізації даних контролю для всіх  $Id_c^{\upsilon}$  цього рівня.

Наприклад, на рівні університету повинні розраховуватися такі показники контролю:

- час вступу тестів у ВТ;
- час обробки тестів у ВТ;
- об'ємні показники з обробки тестів у ВТ;
- час проходження результатів тестування між ВТ району;
- список постових відправлень, які не доставлені за контрольний час та ін.

Крім того, до складу операцій обробки даних контролю входять операції розрахунків значень критеріїв контролю й одержання їх згорток для обраних груп.

На наступному, верхньому  $(\nu - 1)$ -му рівні, на основі агрегування даних контролю  $(\nu - 1)$ -го рівня й даних контролю об'єктів обробки матеріального потоку  $\nu$ -го рівня формуються дані контролю і їх візуалізації  $(\nu - 1)$ -го рівня. Отже, кожний функціональний ідеографічний елемент  $\nu$ -го рівня  $Id_{\phi}^{\nu}$ , у загальному випадку реалізує такі функції:

- розрахунки показників і критеріїв ефективності контролю;
- розрахунки значень згортання критеріїв ефективності відповідно до обраних принципів їх комплексування й прийнятим алгоритмом згортки;
- візуалізація результатів обробки даних контролю;
- формування агрегованих даних контролю для верхнього  $(\nu - 1)$ -го рівня.

У загальному випадку кожний  $i$ -ий центр обробки матеріального потоку або обмежена група центрів обробки  $\nu$ -го рівня може використовувати свої методи обробки даних контролю, тобто описуватися функціональними ідеографічними елементами  $Id_{\phi i}^{\nu}$ .

Структурний ідеографічний елемент  $Id_c^{\nu}$  відповідно до аксіому 4 має зв'язок за інформацією з функціональним ідеографічним елементом  $Id_{\phi}^{\nu}$ , яка реалізується за допомогою інформаційної структури, аналогічній структурі, що наведена на рис. 4.4. Функціональний ідеографічний елемент  $\nu$ -го рівня  $Id_{\phi}^{\nu}$  має інформаційний взаємозв'язок із виходу з функціональним ідеографічним елементом  $(\nu - 1)$ -го рівня  $Id_{\phi}^{\nu-1}$ , а так само інформаційний взаємозв'язок із входу зі структурними ідеографічними елементами  $Id_{c i_{\nu+1}}^{\nu+1}$  нижнього  $(\nu + 1)$ -го рівня.

### 4.3. Адаптація інструментальних засобів контролю до структурних і параметричних змін підсистеми контролю

Інструментальні засоби контролю повинні забезпечувати можливість адаптації до структурних і параметричних змін у підсистемі контролю, тобто забезпечувати реалізацію функцій  $s_1, \dots, s_4$  і  $p_1, \dots, p_4$  без модифікації програмного забезпечення. Слід розглянути, як це може бути виконано на основі ідеографічного підходу.

Структурні зміни в технологічній підсистемі  $(\mu_t^{1s}, \dots, \mu_t^{4s})$  вимагають реалізації функцій  $s_1, \dots, s_4$ , які зводяться до необхідності зміни ієрархічної інформаційної структури  $Id_c^U$  (додавання, видалення, модифікація атрибутів таблиць, зміна складу таблиць), створення нових  $Id_c^U$ , їх видалення, зміна взаємозв'язків між таблицями інформаційної структури тощо. Для реалізації цих функцій необхідна розробка відповідних програмних засобів.

Параметричні зміни в технологічній підсистемі  $(\mu_t^{1p}, \dots, \mu_t^{4p})$  вимагає реалізації функцій  $p_1, \dots, p_4$ , які зводяться до зміни методів і засобів обробки даних контролю, тобто плану змісту  $\Pi_c$  функціональних ідеографічних елементів  $Id_\phi^U$ . Наведені теоретичні дослідження дозволяють виділити склад основних функцій плану змісту  $\Pi_c$  ідеографічних елементів  $Id_\phi^U$ , які забезпечують параметричну адаптацію функціонального ідеографічного опису  $Im_\phi$  системи:

1) функція розрахунків  $q$ -го числового параметра контролю –  $f_q$  ( $q = \overline{1, \sigma}$ ). Вихідні дані функції – дані контролю центрів обробки (групи центрів обробки), результат – числове значення  $q$ -го параметра;

2) функція розрахунків  $q$ -го критерію контролю за розрахованим  $q$ -им числовим параметром контролю –  $f_q^K$ . Вихідні дані – числові значення  $q$ -го параметра контролю, його максимальне й мінімальне значення, результат – значення  $q$ -го критерію контролю;

3) функція візуалізації  $q$ -го числового параметра контролю –  $f_q^B$ . Вихідні дані – числове значення  $q$ -го параметра контролю, результат – візуальна вистава  $q$ -го параметра контролю;



4) функція реалізації згортки  $\varepsilon$ -ої групи критеріїв контролю –  $f_{\varepsilon}^C$ .  
 Вихідні дані – значення  $q_{\varepsilon}$ -их критеріїв контролю, які належать  $\varepsilon$ -ій групі,  
 результат – значення згортки  $q_{\varepsilon}$  критеріїв  $\varepsilon$ -ої групи;

5) функція візуалізації згортки  $\varepsilon$ -ої групи критеріїв контролю –  $f_{\varepsilon}^{BC}$ .  
 Вихідні дані – значення згортки  $\varepsilon$ -ої групи критеріїв контролю  $q_{\varepsilon}$ , ре-  
 зультат – візуальна вистава згортки  $\varepsilon$ -ої групи критеріїв контролю;

6) функція реалізації згортки всіх  $\varepsilon$ -их груп критеріїв контролю для  
 системи –  $f^C$ . Вихідні дані – значення згорнутих  $\varepsilon$ -их груп критеріїв конт-  
 ролю, результат – значення згорнутого критерію контролю для системи;

7) функція візуалізації згорнутого критерію контролю системи –  $f^B$ .  
 Вихідні дані – значення згорнутого критерію контролю для системи, ре-  
 зультат – візуальне подання згорнутого критерію контролю системи;

8) функція агрегування розрахованих  $q$ -их числових параметрів  
 контролю –  $f_q^a$ . Вихідні дані – розраховані значення  $q$ -их числових пара-  
 метрів контролю, результат – агреговані дані  $q$ -их числових параметрів  
 контролю.

Уведені функції дозволяють записати такі функціональні залежнос-  
 ті, які описують плани змісту  $\Pi_c$  функціональних ідеографічних елемен-  
 тів  $Id_{\phi}$ :

$$f_q \Rightarrow f_q^B \quad (4.1)$$

$$\begin{aligned} f_{q_{\varepsilon}} &\Rightarrow f_{q_{\varepsilon}}^K \Rightarrow \\ f_{q_{\varepsilon}+1} &\Rightarrow f_{q_{\varepsilon}+1}^K \Rightarrow f_{\varepsilon}^C \Rightarrow f_{\varepsilon}^{BC} \\ \dots &\dots \Rightarrow \end{aligned} \quad (4.2)$$

$$\begin{aligned} f_{\varepsilon}^C &\Rightarrow \\ f_{\varepsilon+1}^C &\Rightarrow f^C \Rightarrow f^B \\ \dots &\Rightarrow \end{aligned} \quad (4.3)$$

$$f_q \Rightarrow f_q^a \quad (4.4)$$

Для реалізації процедур формування функціональних послідовностей (4.1) – (4.4) так само повинен використовуватися ідеографічний підхід.

#### **4.3.1. Інформаційна технологія синтезу структури підсистеми контролю й адаптації засобів контролю**

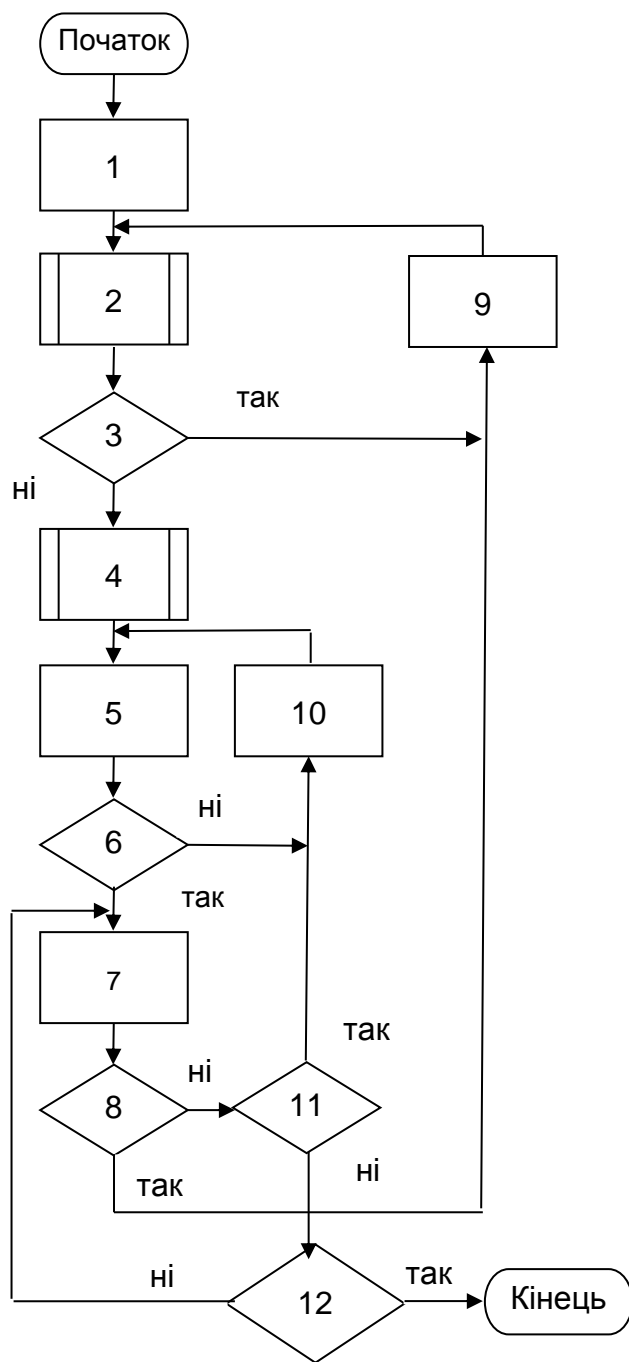
Теоретичні дослідження, виконані в роботі, показали, що для створення адаптивної підсистеми контролю необхідно:

- 1) визначити кількість центрів контролю системи і їх взаємозв'язок із центрами обробки матеріальних потоків;
- 2) розробити інформаційну технологію передачі даних контролю із центрів обробки матеріальних потоків у центри контролю;
- 3) вибрати параметри контролю й розробити математичні моделі їх розрахунків;
- 4) розробити критерії контролю й вибрати методи згортки критеріїв контролю;
- 5) розробити інформаційну технологію обробки даних контролю в центрах контролю, подання результатів обробки особі, що ухвалює розв'язку;
- 6) розробити інформаційну технологію обміну даними контролю між центрами контролю;
- 6) розробити моделі синтезу й адаптації засобів контролю.

Для вирішення цих завдань пропонується інформаційна технологія, послідовність виконання якої у вигляді алгоритму наведена на рис. 4.5. Алгоритм включає таку послідовність кроків:

1. Синтез структури системи контролю для  $Sd^{(-)}$ -системи. Якщо отримана структура буде відповідати прийнятій системі критеріїв, то здійснюється перехід на крок 2. А якщо ні, то крок 1 повторюється до одержання задовільної структури (оператори 1, 2, 3, 9).

2. Розробка засобів контролю для отриманої структури системи контролю (оператор 4).



- 1 – введення вихідних даних;
- 2 – синтез структури системи контролю;
- 3 – задовільний результат;
- 4 – синтез засобів контролю;
- 5 – тестування засобів контролю;
- 6 – задовільні засоби контролю;
- 7 – експлуатація засобів контролю;
- 8 – необхідна зміна структури підсистеми контролю;
- 9 – зміна вихідних даних;
- 10 – доробка засобів контролю;
- 11 – необхідна зміна засобів контролю;
- 12 – завершити роботу

**Рис. 4.5. Схема алгоритму реалізації інформаційної технології синтезу структури підсистеми контролю й адаптації засобів контролю**

3. Тестування отриманих засобів контролю. Якщо засоби контролю відповідають установленим вимогам, то здійснюється перехід на крок 4. А якщо ні, то проводиться їхня доробка (оператори 5, 6, 10).

4. Експлуатація засобів контролю (оператори 7, 8, 11). Під час експлуатації проводиться оцінювання зовнішніх умов. У такому разі можливі такі випадки:

- якщо зміна зовнішніх умов призводить до необхідності зміни структури системи контролю, то проводиться перехід на крок 1;
- якщо зміна зовнішніх умов призводить до необхідності зміни засобів контролю, то проводиться перехід на крок 2;
- а якщо ні, то система й засобу контролю продовжують експлуатуватися.

Завершується алгоритм у тому випадку, якщо виникає необхідність виходу із процесу проектування (оператор 12).

На основі аналізу основних положень ідеографічного підходу й відмінностей у його використанні під час створення інструментальних засобів контролю виконана модифікація методологічних положень ідеографічного підходу, що дозволило використовувати його у ході синтезу й адаптації програмних засобів контролю.

Модифіковані положення ідеографічного підходу використані під час розробки процедури формування адаптивних програмних засобів контролю.

Розроблені моделі структурних і параметричних змін під час адаптації інструментальних засобів контролю до структурних і параметричних змін у підсистемі контролю.

## **Розділ 5. Прикладні аспекти досліджень інформаційної технології в розподілених системах дистанційного навчання**

Сьогодні чітке планування і передбачуваність індустріальної епохи змінено на модель із більшим ступенем невизначеності. Студентам сьогодні потрібен більш високий рівень гнучкості та адаптації для ефективної професійної роботи в інформаційному середовищі. Знання відомих визначень більше не дає переваг випускникам інформаційної епохи, як це було для випускників промислової. Тільки навички, які можуть фільтрувати, обробляти, інтерпретувати та застосовувати знання, щоб продемонструвати компетентність під час виконання нових завдань, мають значення в інформаційну епоху.

Випускники інформаційної епохи повинні мати різні види навичок порівняно з випускниками індустріального віку. Сьогоднішні випускники повинні вчитися новим навичкам, таким, як спільна робота, творчість й інновації, вирішення проблем за допомогою експериментів, соціального інтелекту, новітнє та адаптивне мислення, міжкультурні компетентності, управління пізнавальним рівнем навчання і віртуальною співпрацею. Інформація, взята з традиційної моделі навчання, має обмежену здатність розширювати навички, необхідні для досягнення професійного успіху в новому інформаційному середовищі.

Освіта для студентів інформаційного віку повинна бути видозмінена для розширення можливостей студентів через більш індивідуальне й активне навчання. Якщо необхідно готувати ефективних випускників інформаційної епохи, підхід до викладання лекцій має бути змінений більш інтерактивним підходом. Компетентнісний підхід, заснований на вміннях та навичках діяти та вирішувати різноманітні практичні завдання є основою сучасного професійного середовища.

Отже, слід спробувати порівняти традиційне навчання та сучасне відкрите онлайн-навчання [68], розглянувши їх основні аспекти (табл. 5.1).

## Порівняльний аналіз методів навчання

Навчання	Традиційне навчання	Відкрите онлайн-навчання
1	2	3
Основа навчання	Викладач та університет, які надають спеціалізовані знання	Студент. Отримує знання та навички за допомогою мережі Інтернет
Місце навчання	Університет (організація)	Будь-яке місце за вибором студента
Викладання та навчання	Відбувається одночасно для викладача та всіх студентів (синхронне)	У різний час для викладача та/або студентів (частково асинхронне)
Навчання	Структуроване за часом та кероване	Самостійне за власним розкладом, розсудом та зручністю
Вигода студента	Відкладена	Негайна
Головна мета	Кваліфікація – передача спеціальних знань	Компетентність вчитися – "навчитися як вчитися"
Підтвердження кваліфікації	Час навчання протягом 4 – 5 років	Компетентність – можливість застосувати на практиці отримані знання
Мотивація студента	Зовнішня – задоволення умов зовнішнього середовища	Внутрішня – задоволення власних бажань та необхідних навичок для вирішення практичної проблеми
Джерело інформації	Згори-вниз – організація виконує фільтрацію, процес закритий	Знизу-вгору – глобальне суспільство визначає та розповсюджує інтелектуальні результати, процес відкритий
Філософія навчання	Навчання цензуроване та стилізоване	Навчання демократичне
Регулювання	Регулюється урядом, контролюється освітньою організацією	Компетентні групи та організації
Інформаційна підтримка	Переважно текстова у вигляді книжок та конспектів лекцій	Цілісна та різноманітна – текстова, графічна, аудіо та відео, переважно у цифровому вигляді
Суб'єкт навчання	Найбільш адаптована особа в межах географічної доступності	Будь-яка особа
Можливості співробітництва	Обмеження за часом, витратами та місцем. Соціальне зміщення	Обмеження майже відсутні та базуються на відчуттях та бажанні спілкуватися

Продовження табл. 5.1

1	2	3
Структура навчання	Обов'язковий перелік курсів для закінчення із незначним урахуванням попередніх знань	Орієнтація на студента, заповнення індивідуальних пробілів у знаннях
Оточення	Приватна інституція	Можливість навчання на робочому місці, стажування або у віртуальному середовищі
Участь студента	Аудиторна та позакласна робота	Додаткові навчальні групи, дискусії на форумах та в соціальних мережах
Інформаційна актуальність	Часові затримки для публікації книжок та статей, комерційні обмеження, помилки	Можливість корегування помилок під час навчання, інформація актуальна в поточну хвилину, майже відсутні комерційні обмеження
Доступ до навчання у багатомовних групах	Викладач потребує знання мови	Онлайн-переклад усіх матеріалів курсу
Спілкування із іншими студентами	Обмежене академічно	Можливе в рамках групи студентів, які мають довіру та відповідні компетентності
Можливість реагувати на експоненційну швидкість приросту інформаційних ресурсів	Часові та економічні обмеження, обсяг інформації є фіксованим для поточного моменту	Необмежені можливості із пошуку та обробки інформації, пошукові системи, можливість отримання відповідної інформації у будь-якому обсязі
Дизайн курсів	Націлений на отримання обширної інформації без суттєвої уваги на деталях контексту	Націлений на отримання навичок та компетентностей, навчання контекстуалізоване
Точка старту навчання	Відокремлене від життя – аудиторно-централізоване	Життєво-централізоване, із використанням комп'ютерів, планшетів, MP3-програвачів, відео, TV і т. д.
Основна мета студента	Досягти визнання	Досягти впевненості

Продовження табл. 5.1

1	2	3
Надійність ресурсів	Недоступність викладача (відпустка, хвороба тощо), недоступність аудиторії (ремонт, свята тощо), різні режими дня, часові зони, культурні та мовні відмінності, релігійні обряди і т. д.	Доступність у режимі 24/7
Початкові вимоги	Навчання розпочинається для всіх студентів одночасно незалежно від різного попереднього рівня знань кожного з них, аудиторія вважається "рівною"	Навчання базується на розумінні і в будь-якій групі на початку навчання студенти можуть знаходитися на різних рівнях наявності попередніх знань
Система освіти	Дидактична (у вигляді інструкцій), регулюється законодавчо, орієнтована на пасивне сприйняття	Активна участь, отримання навичок знання, які є актуальними впродовж довгого часу
Дизайн освіти	Навчання орієнтоване на знання всіх елементів матеріалу	Навчання орієнтоване на знання тільки кращого / правильного / найбільш ефективного елементу матеріалу
Інформаційний потік	Односторонній – вивчати те, що невідомо	Двосторонній – вивчати те, що невідомо та поєднувати із тим, що відомо
Первинний результат	Підтверджений кваліфікаційний рівень	Процес отримання навичок та підтверджені компетентності
Масштабованість бізнес-моделі (збільшення доходів без відповідного збільшення витрат)	Відсутня, оскільки навчити більшу кількість студентів можливо лише із відкриттям більшої кількості курсів, що потребує додаткових інвестицій	Чудова, оскільки один електронний курс може обслуговувати значну кількість студентів без додаткових затрат
Повторення навчання	Один раз на життя	Навчання протягом усього життя
Комерційні обмеження	Кожен курс має критичну масу кількості можливих студентів, кількість курсів також обмежена, навчання орієнтоване на заможні світові ринки	Обслуговування та підтримка електронного курсу є дешевими, що робить ціну на навчання доступною для багатьох ринків



1	2	3
	Кожен курс має критичну масу кількості можливих студентів, кількість курсів також обмежена, навчання орієнтоване на заможні світові ринки	Обслуговування та підтримка електронного курсу є дешевими, що робить ціну на навчання доступною для багатьох ринків
Роль викладача	Експерт у своїй галузі знань, виконує роль "фільтру інформації"	Керівник, тренер та наставник, який полегшує навчання, вчить конкретним корисним навичкам
Контент та масштабування	Теоретичні знання із пасивним упровадженням	Знання для застосування на практиці, тому студенти вчать самі для себе. Активне навчання та симуляції реального світу
Вартість навчання	Значні – проживання, подорожі до інституту, часові затрати	Незначні – передача матеріалів електронними засобами комунікації
Актуальність освіти	Розділення елементів професійної діяльності від вивчених навичок та знань, які актуальні на момент закінчення навчання	Процес навчання постійно повторюється та впроваджений у професійне життя
Віра	Скінчений набір знань, фіксований розклад навчання, повільний контроль за оновленням інформації з обмежених ресурсів	Навчання є процесом пошуку істини, інформаційні ресурси мають короткий цикл життя, які за необхідності постійно оновлюються із використанням некінченої кількості мультимедійної інформації

Одним із основних завдань сьогодишньої освіти є досягнення нової, сучасної якості освіти. Проблема переходу від традиційної освіти, орієнтованої на отримання студентом певної суми знань, до системи освіти, в рамках якої готують майбутнього активного учасника суспільного і трудового життя, спрямованого на особисте та професійне зростання в умовах стрімко змінюваного світу, є особливо актуальною на сьогоднішній день.

Трансформації в освіті викликані інтенсифікацією життя, розвитком науково-технічного прогресу, посиленням процесів обміну інформацією та інформатизацією суспільства в цілому. Велика роль у цьому напрямі

відводиться виявленню та методичній розробці нових технологій і методик викладання. Основна відмінна особливість трансформації вищої освіти полягає в тому, що відбувається перехід від формування традиційних знань, умінь і навичок до формування компетентностей. Іншими словами можна сказати, що відбувається трансформація знань, умінь, навичок у певні компетенції, які будуть потрібні випускникові ВНЗ у його подальшій професійній діяльності.

## 5.1. Стандарт SCORM

Останнім часом домінує модульний підхід у структурній організації дисципліни. Це пов'язано зі зростаючою популярністю дистанційного та заочного навчання в світі. У цьому випадку навчальний матеріал поділяється на невеликі, відносно незалежні фрагменти-модулі, які тим чи іншим чином об'єднуються в базу знань навчальної системи. Ця тенденція знайшла своє відображення в стандарті SCORM (*Sharable Content Object Reference Model*), остання версія якого датована 2007 роком. Окремий модуль в цьому стандарті називається поділюваним (таким, що спільно використовується) об'єктом змісту (*Sharable Content Object, SCO*). Сукупність модулів деякої предметної області утворює бібліотеку знань. SCORM не накладає обмежень ні на обсяг змістовної частини SCO, ні на сам зміст. Не визначені і способи зв'язків окремих SCO між собою. Разом із тим, SCORM регламентує наявність у кожному об'єкті змісту метаданих (*Metadata Dictionary*), що дозволяють однозначно ідентифікувати кожен SCO в бібліотеці знань.

У даний час багато дослідників і розробники фактично використовують положення стандарту SCORM під час розробки баз знань навчальних систем. Модульна структура навчального матеріалу має низку позитивних властивостей. По-перше, модульний підхід дозволяє реалізувати "складальну" технологію створення бази знань навчальної системи. Модулі (SCO) можуть у різних поєднаннях об'єднуватися один із одним у складі навчальних систем. По-друге, в бібліотеці знань можна мати кілька модулів на одну й ту ж тему, але з різним рівнем глибини викладу або з різними акцентами викладення матеріалу. По-третє, один і той самий модуль з бібліотеки знань може використовуватися в базах знань декількох різних навчальних систем з однієї предметної області.

Поділ навчального матеріалу на структурні одиниці є фізичним діленням матеріалу на порції. У рамках навчальної системи безліч модулів потрібно об'єднати в єдину базу знань, щоб система могла будувати індивідуальні маршрути вивчення навчального матеріалу. Таким чином, потрібно розробити систему міжмодульних зв'язків. Модель змісту разом із системою міжмодульних зв'язків утворюють модель предметної області.

Найпростішою схемою об'єднання є фіксована послідовність модулів. Саме таким чином побудовані всі традиційні підручники. Однак у цьому випадку принцип адаптивності не може бути виконано у повному обсязі.

Більш гнучким способом зв'язків є об'єднання модулів у вигляді деякої ієрархії. Кількість рівнів ієрархії залежить від загального обсягу навчального матеріалу і ступеня його деталізації. Ієрархічний підхід застосовується і в плані глибини викладу. У цьому випадку на верхніх рівнях ієрархії розташовується більш загальний матеріал, який поглиблюється і деталізується на наступному рівні.

Деякі розділи можуть викладатися як послідовно, так і послідовно-паралельно, взаємозв'язано та спиратися на інші розділи в процесі комплексного вивчення поданої предметної області.

## 5.2. Дистанційна освіта від *Coursera*

Розвиток сучасної дистанційної освіти характеризується стрімким розвитком систем дистанційного навчання та зростанням кількості навчальних матеріалів в електронній та мультимедійній формах. Найбільш популярними у світі є онлайн-курси від *Coursera*, *MIT*, *Udacity* та *edX*. Усі ці портали є також джерелами для роботодавців, які можуть переглядати результати навчання на дистанційних курсах на пропонувати співробітництво найбільш успішним студентам.

На поточний момент *Coursera* дає можливість вивчити більше, ніж 900 курсів, заняття на яких проводять викладачі найвищого рівня із 105 університетів та навчальних закладів усього світу на безкоштовній для студентів основі. Перелік включає курси з комп'ютерних наук, математики, статистики, історії, медицини, міфології, психології та інших наук.

Як зазначають автори *Coursera*, навчання на дистанційній основі порівняно із традиційною аудиторною моделлю (*face-to-face*) є принаймні не гіршим за якість. Це підтверджено порівняльним дослідженням

45 дистанційних курсів за обома моделями та практичним досвідом викладання за допомогою *Coursera*. У той же час, упровадження комбінованої моделі викладання дає кращі якісні результати, ніж будь-який з цих методів окремо. На відміну від традиційного навчання, дистанційна форма дозволяє студентам відразу відреагувати на виникнення проблем, наприклад, на труднощі з засвоєнням теми курсу. Крім того, якщо в рамках традиційної системи студент помилився під час виконання завдання і отримує через це оцінку, нижчу від максимальної, дистанційна форма дозволяє йому повернутися до власних помилок, виправити їх та покращити результат і розуміння матеріалу.

Контингент курсів є надзвичайно широким за всіма критеріями – вік, територіальне розташування, освітній рівень. Основною аудиторію багатьох професійних (під професійними маються на увазі курси, які вже передбачають наявність базових компетентностей з тематики курсу, наявність досвіду тощо) курсів є люди, які вже мають вищу освіту (або навіть декілька) та постійну роботу. Для таких дистанційних курсів обсяг студентів на яких може сягати навіть 60 – 70 тисяч осіб, використовують термін MOOC – *Massive Open Online Course*.

Слід зазначити, що платформа *Coursera* є популярною, в першу чергу, завдяки професійному контенту курсів та рівню університетів та викладачів, які беруть участь у проекті. Формального диплому, що підтверджує професійні компетентності студента з будь-якого курсу, *Coursera* не видає. Найбільш вагомою причиною для цього є те, що викладач не бачить студентів під час навчання та, відповідно, не може їх ідентифікувати і підтвердити реальну персональну відповідність людини рівню її знань. Тим не менш, багато курсів пропонують сертифікат про закінчення, який підписаний викладачем та відправляється в електронному вигляді тим студентам, які вдало завершили курс. Упродовж навчання студенти зобов'язуються витримувати "кодекс честі", головне правило якого полягає в тому, що всі завдання студент повинен виконувати самостійно, не використовуючи рішення інших студентів.

Участь у курсах від *Coursera* в якості студентів є досить корисним для викладачів, оскільки це дає можливість ознайомитися із навчальними матеріалами споріднених курсів ВНЗ світового рівня, вивчити інші моделі викладання матеріалу та отримати новий досвід. Крім того, деякі викладачі дозволяють вільно використовувати та поширювати матеріали власних дистанційних курсів із навчальною метою.

Дистанційні курси розраховано, в першу чергу, на тих студентів, які мають бажання та можливість засвоїти відповідний матеріал. Бажання студента отримати нові знання є найважливішим елементом успішності дистанційного навчання, а відповідні компетентності, отримані під час навчання – є головним скарбом дистанційного курсу.

### **5.3. Методика оцінювання компетентностей студентів на дистанційних курсах**

Сучасні тенденції розвитку електронної освіти привели до виникнення такого поняття, як MOOC – *Massive Open Online Course*. MOOC є електронною реалізацією публічно доступного навчального курсу, матеріали якого розміщені в середовищі мережі Інтернет.

Залежно від тематики курсу кількість учнів може становити від 20 до 70 тисяч осіб. У подібних умовах викладач стоїть перед вибором найбільш оптимальної для нього стратегії оцінювання такої кількості учнів, оскільки виконати вручну перевірку всіх завдань не є можливим. Більшість дистанційних онлайн-курсів можна віднести до однієї з двох умовних категорій: технічні курси або гуманітарні курси.

Курси технічної категорії зазвичай присвячені знаходженню технічних рішень будь-яких прикладних задач, найчастіше це курси з вивчення мов програмування, алгоритмів, математики, фізики тощо. У рамках таких курсів від кожного учня потрібне технічне виконання завдання, яке необхідно об'єктивно оцінювати.

Під час навчання на курсах гуманітарної категорії від учнів зазвичай потрібне виконання тестових завдань (що може бути реалізовано відносно легко), або написання індивідуальних робіт, таких, як есе. Тут викладач також зіштовхується з неформалізованою проблемою оцінювання величезної кількості думок учнів.

На поточний момент у рамках навчання на MOOC-курсах поширені два методи перевірки індивідуальних завдань, які можуть застосовуватися як для технічних, так і для гуманітарних курсів.

Перший з методів можна коротко назвати автооцінюванням (*autograding*). Зазвичай він застосовується в рамках технічних курсів, де алгоритмічне рішення задачі можна оцінити формалізованими правилами – правильністю роботи алгоритму, швидкодією, точністю і т. д. Суть

методу полягає в тому, що студенти відправляють виконану роботу у вигляді файла на сервер, який аналізує цей файл на відповідність правилам і протягом декількох хвилин учень бачить результат своєї роботи з описом помилок, підказок і т. д. Подібна система не є поширеною в ХНЕУ ім. С. Кузнеця, оскільки викладачі мають змогу оцінювати роботу студентів особисто, без використання автоматичних засобів. Водночас, їх використання могло б значно поліпшити рівень якості освіти та рівень самостійної роботи студентів, оскільки викладач може бути позбавлений одноманітної, рутинної роботи із пояснення однакових помилок, переклавши цей обов'язок на систему автоматичного оцінювання.

Можливість автоматичного оцінювання накладає на умову задачі технічні обмеження, такі, як фіксовані імена функцій або параметрів, мова програмування, версія програмного забезпечення і т. д. Власне обробка завдань, надісланих учнями, повинна бути реалізована на сервері.

У якості модифікації цього методу також може застосовуватися обробка на клієнті, яка полягає в тому, що від учня потрібно лише отримати матеріальний результат (число, текст, зображення), вирішивши завдання, і вписати результат у відповідне поле на сайті дистанційного курсу. У цьому випадку студент вільний сам обирати, яким чином він виконає завдання, якою мовою або в якій операційній системі.

Другий метод, характерний частіше для гуманітарних курсів, можна назвати оцінюванням студентами (*peer assesment*). Дана методика заснована на тому, що учням пропонують оцінити роботу один одного (наприклад, есе) в ручному режимі. У рамках курсу для учасника можуть бути обрані кілька інших випадкових учнів курсу (наприклад, 5 осіб), роботи яких він повинен оцінити. При цьому учню недоступна власна оцінка, поки він не виконає завдання з оцінювання інших учасників. Цей метод оцінювання, який має на увазі масштабну роботу учасників курсу один із одним, більшою мірою, порівняно з іншими методами оцінювання, вимагає свідомості, адекватності та компетентності учасників дистанційного курсу, а також коректного й об'єктивного ставлення учасників курсу один до одного. Деякою гарантією виконання вказаних умов слугує стратегія вибору фінальної оцінки з оцінок однолітків – середнє значення, середнє без урахування максимальної та мінімальної оцінок і т. д.

Модифікація цього методу є найбільш типовою для систем традиційного навчання – більш конкретно – викладач проводить значний обсяг роботи для оцінювання роботи кожного зі студентів.

## 5.4. Складові частини електронних дистанційних курсів

Слід розглянути структуру типового курсу, який пропонує для вільного доступу найбільш популярна міжнародна система дистанційного навчання *Coursera* [69].

Перед тим, як записатися на курс, потенційні студенти мають змогу переглянути його опис, який містить: довжину курсу (найчастіше – від 5 до 12 тижнів), перелік рекомендованих вимог для вдалого засвоєння матеріалів, тематичну структуру курсу, середню кількість часу, який необхідно присвячувати навчанню протягом одного навчального тижня (найчастіше – від 5 до 10 годин), умови отримання сертифіката і т. д.

Матеріали більшості курсів *Coursera* у повному обсязі дозволяють вивчити запропоновані теми, водночас, кожен із викладачів надає додаткову літературу, яка не є обов'язковою, проте бажаною для досягнення вищої якості навчання.

Процес навчання на курсі може включати такі складові елементи:

1. Відеолекції, які студенти переглядають у режимі офлайн у будь-який зручний час. Зазвичай відеолекції є поєднанням слайдів, демонстраційних записів дій викладача на екрані, звукового супроводу та власне зображення викладача. Лекції можуть містити вбудовані питання та тести, однак, найчастіше – ці тести не входять в загальну систему оцінювання курсу і призначені для самоконтролю.

2. Тестові завдання, мають обмежену кількість спроб (як і вправи) і зазвичай виконуються у форматі сукупності питань із декількома варіантами відповідей.

3. Вправи (*exercise*) майже повністю подібні до тестів, однак під час виконання необхідно виконати деякі обчислення та ввести отримані результати у відповідні вікна.

4. Завдання (*assignment*) складають основну оцінювальну базу курсу (окрім екзамену), більшість завдань базується на вирішенні практичних проблем, програмуванні, формальній обробці даних тощо відповідно до тематики курсу. Завдання можна завантажувати і, відповідно, отримувати оцінку, необмежену кількість разів, що дає можливість виправити помилки, покращити оцінку та краще зрозуміти матеріал навчального курсу.

5. Творчі завдання, наприклад, написання есе.

6. Фінальний іспит – зазвичай реалізований у вигляді тесту за матеріалами всього курсу, який можна проходити один раз.

Для оцінювання студентів використовується накопичувальна 100-бальна система – кожне завдання додає певну кількість балів до загального результату. Доля останнього іспиту частіше за все складає близько 25 – 30% від загальної кількості балів. Курс зазвичай вважається вдало завершеним, якщо студент виконує під час його вивчення 70 % і більше матеріалів.

Часові обмеження. Курси *Coursera* є обмеженими в часі, тому на виконання кожного завдання відводиться один-два тижня залежно від бажання викладача. Для завершення кожного з завдань існують "звичайний" (*soft deadline*) та "жорсткий" (*hard deadline*) кінцеві терміни. "Звичайний" термін вважається еталонним, "жорсткий" дозволяє виконувати завдання більшу кількість часу і здавати його пізніше із деякими санкціями, наприклад, знижкою в 30 %.

Перевірка завдань. Оскільки кількість студентів у рамках MOOC є значною, оцінювання викладачем кожної роботи є неможливим, тому тести, вправи та завдання перевіряються автоматично після завантаження на сервер. Для перевірки творчих завдань використовується елемент спільної роботи – студенти перевіряють роботи один одного. Студент отримує власну оцінку лише після того, як напише рецензії на певну кількість робіт інших студентів. Оцінка завдань таким чином виглядає найбільш суперечливою, оскільки допустимою є ситуація оцінювання студентів некомпетентними іншими студентами. Крім того, значний елемент суб'єктивізму також присутній в даному виді оцінювання.

Питання та консультації. MOOC не призначений для отримання консультацій в режимі онлайн через велику кількість учасників, а також через те, що студенти та викладачі розділені часовими поясами. Єдиним елементом, який здатен допомогти студентам у рамках дистанційного курсу, є тематичний форум, на якому студенти мають можливість задати питання і отримати відповідь від викладача, інших студентів або технічного персоналу, який допомагає організувати роботу на курсі.

## **5.5. Мультимедійні можливості подання теоретичних і практичних матеріалів**

Тенденція розвитку сучасної системи освіти дозволяє припустити подальше все більш активне використання мультимедійних електронних можливостей подання матеріалів у системах дистанційної освіти.



Найбільш вагомою перевагою використання електронних можливостей навчання є їх гнучкість. Студент може використовувати матеріали у зручний для нього час, у звичному місці, переглядати і вивчати їх як зазвичай довго тощо. Разом із тим, головним недоліком є відсутність особистого спілкування викладача та студента, оскільки саме воно дозволяє досягти найбільш високої якості освіти.

На погляд авторів, можна виділити три основні групи подачі лекційного матеріалу, виключаючи традиційну (під нею мається на увазі аудиторний виклад матеріалу за допомогою лише крейди і дошки).

Електронні лекції – це матеріал, викладений в електронному вигляді. Вагомим недоліком, який, проте, йде в минуле, є необхідність підготовки подібних лекцій (з урахуванням психологічних аспектів і особливостей сприйняття), набору і підбору матеріалів, а також залежність від апаратури в аудиторії. Очевидно, що не для всіх дисциплін використання подібних технічних рішень може бути вдалим та ефективним, тим не менше, використання електронних матеріалів може бути істотною підмогою в методичному забезпеченні навчальної дисципліни.

Вебінар є лекцією чи презентацією, яка проводиться онлайн і організована за допомогою web-технологій. Це дозволяє охопити широку аудиторію слухачів, яка може бути розподілена територіально, підвищити оперативність заходу та швидкість реагування його учасників. Найбільш проблемним моментом тут є організація заходу, оскільки всі учасники повинні бути одночасно онлайн. Не можна також відкидати технічні моменти реалізації, наприклад, можливості пропускних каналів зв'язку, які визначають якість вебінарів. Основна відмінність вебінару від відео-(web-) конференції полягає в мінімальному зворотньому зв'язку – відео-конференція має на увазі значний рівень двостороннього зв'язку, в той час, як вебінар є прикладом одностороннього зв'язку.

Відеолекції є одним із найбільш популярних методів подачі матеріалу в західних системах освіти. Цей тип дозволяє поєднувати два розглянутих, а саме – надання електронного матеріалу у вигляді, найбільш наближеному до реального, але не в онлайн. Яскравим прикладом використання відеолекцій є проект MIT *OpenCourseWare* Массачусетського технологічного інституту, який має на меті підтримувати електронними матеріалами основні курси університету.

Використання електронної подачі матеріалу покликане підвищити зручність їх вивчення учнями. Разом із тим, такий метод навчання може

бути ефективним лише у виняткових ситуаціях. Тому автори вважають найбільш ефективною змішану систему навчання і виклад матеріалу, комбінуючи електронні можливості та особистий аудиторний контакт.

### **5.5.1. Критерії створення якісного відеоконтенту**

Використання лекційних і практичних матеріалів у форматі відео є одним із невід'ємних елементів у моделі дистанційного та електронного навчання, яке є освітнім трендом сучасності по всьому світу. Існує декілька найбільш поширених форматів подання відео, серед яких поки що неможливо виділити найбільш ефективний. Упровадження дистанційного та електронного навчання дозволило виробити загальні правила і рекомендації з оформлення та створення навчального відео, проте, за деякими принципами різні джерела кардинально розходяться. Одним зі спірних питань є, наприклад, тривалість відеолекцій, демонстрація яких значно відрізняється від подання лекцій в традиційному форматі, через різницю в сприйнятті студентів [57 – 59].

Відомо, що студенти можуть ефективно фокусувати увагу на матеріалах лекцій не більше, ніж на 15 – 20 хвилин поспіль із початку лекції. З плином традиційної лекції це значення зменшується і досягає 3 – 4 хвилин в кінці заняття. Крім того, студенти найкраще засвоюють матеріали, викладені протягом перших 5 хвилин презентації з подальшим зниженням рівня уваги. Таким чином, теоретично ефективною тривалістю демонстрації лекційного матеріалу можна вважати інтервал від 15 до 20 хвилин. Тим не менш, деякі дослідження показують, що студенти зацікавлені вивченням відеоматеріалів не більше 6 хвилин протягом однієї відеолекції. Цей час зменшується у міру збільшення тривалості відео, наприклад, час зацікавленості під час перегляду відеофрагменту тривалістю 12 хвилин становить не більше 3 хвилин.

Зважаючи на це, до створення відеолекцій можна висувати критерії, подібні до традиційних лекцій, проте час викладу того чи іншого матеріалу буде дещо змінено. Масивні фрагменти нового матеріалу слід поділити на підтеми або виділити головні питання та побудувати логічну послідовність. Також у процесі подання нової інформації на лекціях необхідно звернути увагу на такі основні моменти:

привернути увагу студентів до найважливіших моментів і намагатися утримати її;

намагатися подати матеріал наочним чином (малюнками, схемами), що сприятиме більш легкому сприйняттю та засвоєнню матеріалу студентами;

слухачі мають запам'ятати основні моменти на рівні довготривалої пам'яті.

Як це можна реалізувати на практиці?

1. Мова викладення не повинна бути як у статті або книзі. Мова викладення повинна бути легкою й зрозумілою для студента.

2. Перші 30 секунд мають найбільше значення. Запам'ятовуються зазвичай перші й останні моменти лекції. Тому розпочати треба з основних моментів. Слід налагодити зв'язок із аудиторією, пробудити інтерес до нового матеріалу, доступно донести, що необхідно отримати в результаті. Можна почати з уражаючої статистики, заяв учених, риторичного запитання чи провокаційної цитати. Пояснити студентам, чому вони повинні знати ті чи інші моменти. І найголовніше – подати це все стисло.

3. Необхідно побудувати план лекції. Звернути увагу аудиторії на найбільш важливі моменти.

4. Слід підтримувати зоровий контакт (по можливості). Зоровий контакт пов'язує лектора із його аудиторією. Особливості застосування такого виду відеолекцій будуть розглядатися далі.

5. Треба розбити одну велику тему на частини по 10 – 15 хвилин, щоб оживити увагу аудиторії.

6. Варто використовувати конкретні приклади і простий синтаксис. Важко слухати абстракції довго. Слід уникати довгих, складних висловів та технічного жаргону і аббревіатур.

7. Слід використовувати принцип активного навчання в лекції. Намагатися зробити лекцію інтерактивною. Організувати презентацію з використанням цікавих запитань. Розрізняють питання провокаційні; питання, які заохочують слухачів досліджувати матеріал більш глибоко; питання, які мають більш однієї правильної відповіді.

8. Треба підбирати актуальний матеріал та використовувати приклади з реального життя, поточні події. Варто показати, як інформація може бути застосована до проблем реального світу.

9. Треба використовувати візуальні або звукові ресурси або наочну демонстрацію якогось процесу.

Усі ці принципи можна використовувати під час створення відеолекцій, але ці критерії не є чіткою рекомендацією та єдино правильною

послідовністю створення мультимедійного матеріалу та повинні бути пристосовані до кожної навчальної дисципліни, розділу, теми індивідуально.

У підтримку необхідності підкріплення традиційної форми навчання супутніми аудіо- та відеоматеріалами ще є те, що аудиторія може засвоїти лише від 20 до 40 % основних ідей лекції. Також доведено, що через три тижні студенти пам'ятають менше 10 % основних ідей лекції.

Застосування мультимедійних технологій під час демонстрації матеріалів за відгуками студентів надає такі найбільш значущі переваги (за спаданням значущості):

- можливість перегляду тих фрагментів матеріалу, які не були зрозумілі в процесі читання традиційної лекції;

- допомога у ході підготовки до іспитів і заліків;

- можливість вивчати матеріал у будь-якому місці в будь-який час.

За таких умов більше 66 % студентів вважають за краще мати можливість прослуховувати лекції в традиційній формі, мати відеолекції в електронному вигляді та допоміжні елементи електронного навчання (прикладі вирішення практичних завдань, додаткові джерела тощо).

Багато освітніх організацій усього світу мотивовані створенням та розповсюдженням навчального відеоконтенту, але світові стандарти створення подібних презентацій відсутні. На практиці стиль відеолекцій коливається від звичайного запису відео під час аудиторного навчання до дуже складної обробки відео-презентації, що включають великі плани і відеофрагменти викладачів, слайди, анімацію та інтерактивні дошки для малювання. Зокрема, існує обмежена кількість досліджень про вплив різноманітних стилів презентацій на результати навчання студентів і їх ставлення до лекцій та практичних занять.

Відеолекції можуть набувати різних форм і стилів, значно впливати на важливі освітні параметри, такі, як продуктивність навчання та отримання задоволення від процесу навчання. Одним із найбільш розповсюджених є стиль "голови, що говорить", який використовується в більшості університетів (наприклад, Стенфорд, Массачусетському технологічному інституті і т. д.). Інший стиль відеолекції, який набирає популярність, має назву "стиль Хана", оскільки використовується в однойменній віртуальній академії [57; 69].

Таким чином, слід розглянути відмінності між стилем "голови, що говорить" та стилем "академії Хана" порівняно з традиційним навчанням

за паперовими книгами, яке використовувалося протягом століть під час організації самостійного навчання студентів.

Для дослідження запропоновано зробити відео двох типів, один із участю викладача у стилі "голови, що говорить" з використанням традиційної зеленої дошки (рис. 5.1а), а інший з голосом викладача над інтерактивним зображенням креслярської дошки (рис. 5.1б). Тривалість кожного відео 10 хвилин. Для формату "голови, що говорить" зміст лекції виглядає аналогічно традиційній лекції і цей формат набув популярності для багатьох онлайн відео, тому що це легко виконати технічно, без додаткової обробки та редагування відео.

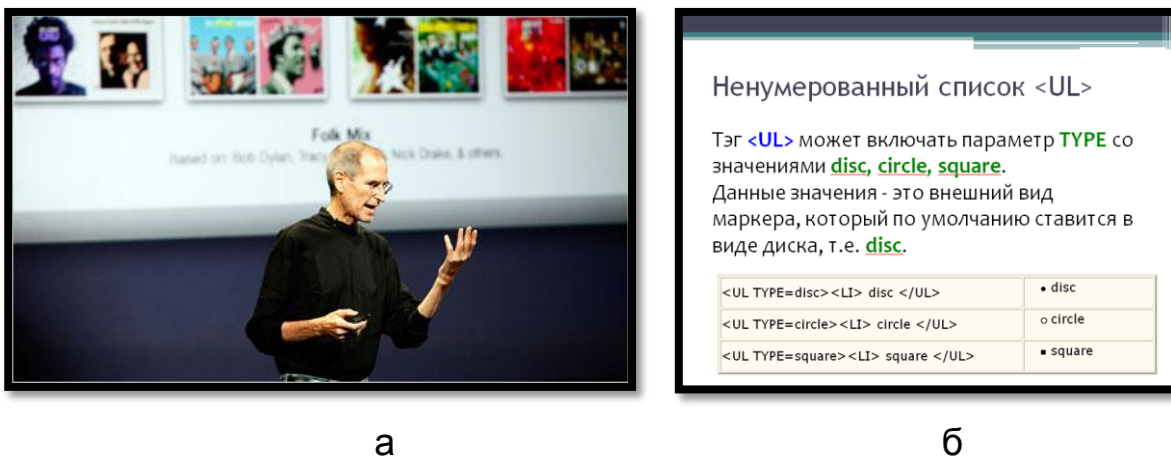


Рис. 5.1. Приклади подання різних типів відео лекцій:  
а) формат "голови, що говорить"; б) стиль "Хана"

Для стилю "Хана" студент концентрується на змісті дошки. У таких лекціях беруть участь лише дошка та голос викладача, зміст відеоконтенту фокусується на тому, що написано на дошці. Цей вид відео є дуже популярним в академії Хана та *Udacity*. У лекціях обох типів наведено ту саму інформацію, яка викладалася під час традиційної лекції.

Дослідження проводилися з трьома групами студентів однієї спеціальності одного потоку, яким було запропоновано вивчити 3 теми різними способами. Одна група в якості матеріалу мала друковані матеріали; друга група переглядала відеолекції, записані в стилі "голови, що говорить"; третя група переглядала лекції, записані в стилі "Хана". На вивчення нового матеріалу всім групам було дано однаковий час. Після чого за результатами навчання проводилося тестування з єдиним набором питань для всіх трьох груп та в однакових умовах.

У результаті досліджень були помічені значні статистичні відмінності між результатами складання тесту після перегляду лекцій в різних стилях (рис. 5.2). Зокрема, використання паперових підручників виявилось значно комфортнішим для студентів під час вивчення теми з більш "точним", структурованим матеріалом (розділ із програмування). Поясненням цього може бути те, що студенти звикли у школі саме до такого методу навчання. Інше пояснення полягає в тому, що студенти, які використовували стиль "голови, що говорить", або стиль "академії Хана" попередньо не мали досвіду використання будь-якого відео у якості елемента самостійного навчання. Переваги відеоматеріалів можуть залежати від особистих уподобань студента.

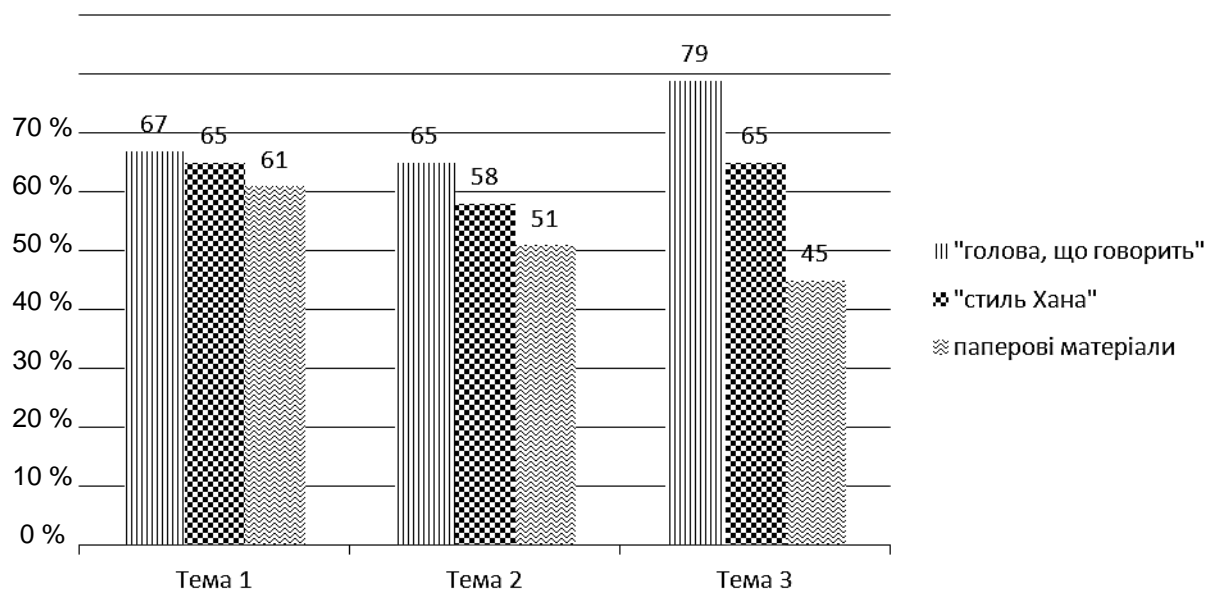


Рис. 5.2. Результати тестування студентів за трьома темами

Використання "голови, що говорить" дозволяє досягти більш високої якості освіти, ніж використання стилю "академії Хана". Взагалі студенти відчували себе більш комфортно та природно під час вивчення відео із зображенням лектора. Слід також зазначити, що поліпшення навчання за допомогою стилю "голови, що говорить" дає змогу досягти найбільшої якості навчання під час вивчення найскладніших тем курсу.

Проведені дослідження показують, що формат "голови, що говорить" дозволяє досягти кращої якості навчання. Цікавим також є той факт, що електронне навчання дозволяє досягти якості традиційної освіти

з невеликим запізненням (близько однієї навчальної тижня), імовірно через необхідність учнів звикнути до електронної форми подачі матеріалів.

### **5.5.2. Особливості використання відеоконтенту в заочному або дистанційному навчанні**

Самостійне навчання, як прийнято вважати, є важливим аспектом отримання практичних професійних компетенцій. Це дослідження є порівнянням ходу навчання студентів, ефективності інструктора, складності курсу та пропорції розподілення часу між активним навчанням із використанням інтерактивних елементів і традиційними аудиторними лекціями.

Результати досліджень показують, що активне навчання дозволяє студентам отримати вищі оцінки порівняно з традиційним. Однак за словами студентів, кількість матеріалу, який вони успішно засвоїли під час активного навчання, є меншою, ніж під час традиційного. Також традиційне навчання є більш прийнятним для студентів і викладача з точки зору легкості сприйняття матеріалів. Водночас складність курсу не змінює жодного з результатів, які були наведені, всі ці факти є універсальними для курсу будь-якої складності.

### **5.5.3. Аудіо- та відеоматеріали як засіб набуття компетентностей**

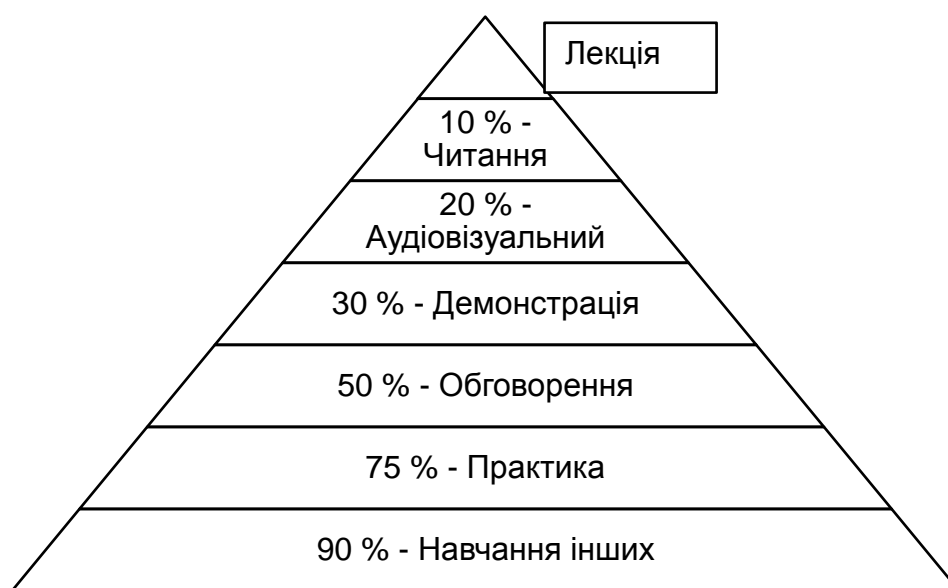
Відеолекції набули надзвичайної популярності протягом останніх років. Зростаюча кількість організацій, університетів та інших навчальних закладів застосовують їх у якості основного аудиторного матеріалу або матеріалу для самостійного вивчення.

Дослідження показали, що студенти краще навчаються із застосуванням відеоматеріалів або консультативного навчання [57; 58]. Особливо зараз, зі зростанням численних і різноманітних систем навчання, використання відео для підвищення ефективності процесу навчання привертає багато уваги. Багато освітніх систем були розроблені для використання відео як основного або додаткового інструмента підвищення ефективності процесу навчання. Наприклад, Університет Карнегі Меллон створив систему лекцій під назвою *Just-In-Time*, яка показує, що використання відео в навчальному процесі дозволяє досягнути результатів навчання, аналогічних результатам, отриманим традиційними методами [59]. У 2012 році відбулося значне поширення електронних масивних онлайн-курсів (MOOC – *Massive Online Open Course*) від таких компаній, як

*Coursera, Udacity* і *EDX*. До тепер не існує єдиного стандартизованого або правильного стилю створення відеолекцій, тож проблема впливу різних стилів відеолекцій на результати навчання та процес заохочення студентів сьогодні є досить актуальною.

#### **5.5.4. Активні методи навчання як альтернатива традиційним лекціям.**

В умовах необхідності скорочення часу на викладання лекцій та загального зменшення рівня їх ефективності доцільно розглянути можливості впровадження більш ефективних та інтерактивних методів, наведених у нижній частині піраміди (рис. 5.3). У сучасному інформаційному середовищі лекція як варіант передачі знань і навичок зараз не так активно використовується. Скорочується загальна кількість контактних годин, зокрема, лекційних [62].



**Рис. 5.3. Піраміда навчання (середній коефіцієнт сприйняття студентами) за даними National Training Laboratories, Bethel, Maine**

Лекція як метод навчання була основним видом теоретичної підготовки студентів у системі вищої освіти протягом століть. Але світ різко змінився в останні роки, що у глобальному суспільстві визначається як "інформаційна епоха". Якщо метою навчання є економічна та соціальна підготовка студентів до сучасного світу, то викладачі вищих навчальних закладів повинні радикально змінити підхід до викладання та навчання.



Навчання, засноване на лекційному стилі підходило для індустріальної вітчизняної епохи, коли люди закінчували навчальні заклади й отримували роботу зазвичай на великих державних підприємствах та організаціях. За таких умов інформація, яка доносилась лекторами, була ефективною. Тому лекційно-орієнтоване навчання з мінімальними затратами для університету надавало можливості набути одразу великій кількості студентів стандартних теоретичних знань, навичок основних робочих професій та моделей поведінки.

Сучасна наука доводить, що людина не може вчитися пасивно, навчання є активним процесом, який не може відбуватися без активної участі студента. Викладачі повинні бути більше стурбовані створенням умов та впровадженням належних технічних інструментів і методів для реалізації активного навчання. Студенти під час навчання повинні брати участь у аналізі реалістичних ситуацій та сценаріїв, обмінюючись думками з іншими студентами під керівництвом викладача.

Знання без навичок їх ефективного застосування в реальному світі не мають великого значення в інформаційну епоху. Інтернет як посередник в інформаційному столітті не потребує академічних знань, тільки навичок та вмінь використовувати інструменти і процеси.

Поєднання можливостей піраміди, яка показана на рис. 5.3, дозволяє замінити лекції інтерактивними елементами та технологіями, які покращують передачу навичок. Потенціал сучасних технологій в змозі активніше залучити студента до процесу навчання, ніж це було коли-небудь можливо під час лекційно-орієнтованого навчання, дає можливість відійти від традиційного формату лекцій.

Навички не можливо набути із використанням лекційного принципу масової передачі знань. Вони найбільш ефективно можуть бути вивчені під час навчання один-на-один, або під час навчання із іншими студентами із використанням навчального підходу ДППНТТ (англ. DEDICT [60]), що означає:

- Д = демонстрація;
- П = пояснення;
- П = повільна демонстрація;
- Н = наслідування (імітація);
- Т = тренування;
- Т = тестування.

У той час, як навчальний підхід ДППНТТ має свої історичні корені у військовій та спортивній підготовках, можна зазначити, що він також є ефективним як метод передачі навичок у навчанні студентів в ІТ, бізнесі і управлінській сфері, особливо під час використання інструментів для більш ефективного виконання обов'язкових завдань. Ці інструменти можуть бути розроблені як форми, контрольні завдання, списки вимог, презентації, доповіді, повідомлення, блок-схеми, оцінки показників, графіки планування, матриці дій і наукові доповіді. У цьому процесі викладач:

- **Демонструє** в реальному часі результат, який студент повинен мати змогу досягти в кінці вивчення відповідної теми. Демонстрація виконується послідовно один або декілька разів у реальному часі. Демонстрація з використанням відео дозволяє студентам спостерігати навички наочно і з різних точок зору.

- **Пояснює** зміст, цілі і важливість конкретного вміння чи навички, а також кожен крок у процесі так, що студент розуміє відношення кожного кроку до попереднього та наступного. Короткі, лаконічні фрази повинні спрямовувати студента в бік очікуваного результату.

- **Демонструє повільно** і так, щоб студент мав час зосередитися на кожному кроці і знати, що треба робити. Цей крок консолідує розуміння студентами змісту навичок, майстерності і бажаного результату, а також повторно фокусує увагу на них, використовуючи відео, яке було продемонстровано на попередньому кроці.

- **Наслідування.** Студент практикує навички, які імітують викладача. Під час цього студентам доцільно запропонувати спробувати різні стратегії, залишити коректні та відкинути неприйнятні. Мета полягає в досягненні першого успіху в застосуванні навичок через просте наслідування, який дозволить студенту відчувати себе впевнено, самостійно та адекватно.

- **Тренування** таким чином, що студент виконує завдання за підтримки та підказок викладача для закріплення ключових елементів навчання. Цей етап часто виконується паралельно із етапом наслідування. Зворотний зв'язок вчителя має позитивний вплив на якість навчання. Це дозволяє студенту отримати впевненість, навички, застосовувати знання на практиці, а також є елементом стимуляції для подальшої практики.

- **Тестування** є перевіркою того, чи може студент продемонструвати такий рівень, який було продемонстровано на початку навчання. Під час цього етапу студент діє повністю самостійно без підказок та підтримки.

Тест повинен проходити в реальних умовах із використанням отриманих навичок. Результатом цього етапу повинна бути автоматизація дій студента під час вирішення конкретних завдань, також можливість аналізувати помилки, самонавчання, можливість вносити корективи в міру необхідності.

Запропонований підхід також може бути застосований до лекцій у відеоформаті, які розповсюджуються мережею Інтернет, під час якого студенти можуть використовувати повторювання, паузи, робити нотатки, вивчати відповідні розділи форумів, оцінки експертів та думки інших студентів.

## **5.6. Практичні аспекти створення тестових завдань**

У рамках цього підрозділу слід розглянути два складові етапи організації тестових завдань, перший з яких пов'язаний із обранням типів тестових питань, інший стосується безпосередньо умов проведення тесту як набору тестових питань [19; 63].

### **5.6.1. Обрання типу тестових завдань**

Складнощі зі створенням тестів для оцінювання компетентностей студентів в електронному вигляді пов'язані, в першу чергу, із проблемою ідентифікації студента, що виконує завдання. Головною перевагою електронного тестування є загальнодоступність, тобто студент має доступ до тестів із будь-якого місця за умови наявності мережі Інтернет. Тому досить вірогідною є теоретична ситуація проходження тестів одним студентом замість іншого. В цих умовах під час викладання розглянутих навчальних тем запропоновано використовувати деякий ваговий коефіцієнт, який враховує результати тестування, а оцінювання за кожною темою базується на тестах із відповідної теми та виконання лабораторних або практичних робіт, які дають можливість викладачу візуально виконати ідентифікацію студента та його роботи.

Стосовно особливостей створення тестів – кількості спроб, часу на виконання, стратегії обрання оцінки у разі можливості проходження тестів кілька разів тощо – ці проблеми залишаються відкритими, в літературі відсутні будь-які дослідження щодо ефективності різних методик, тому кожен із викладачів вирішує ці проблеми самостійно.

Предметна область, що розглянута в даному розділі, має більше властивостей "гуманітарного оцінювання", в такому випадку використання звичайних тестів у вигляді питань із множинним вибором є достатньо ефективним.

На першому етапі конструювання тестів викладачу необхідно вирішити, які саме результати навчання студента він бажає оцінити за допомогою тесту.

У вітчизняній і зарубіжній науково-педагогічній літературі завдання зазвичай класифікують на:

- завдання закритої форми (з множинним вибором), в яких студент вибирає правильну відповідь (одну чи декілька) з фіксованого набору відповідей;
- завдання відкритої форми (завдання на доповнення), що вимагають від студента самостійного отримання відповіді та введення лише кінцевого результату;
- завдання на встановлення відповідності (з множинним вибором), виконання яких пов'язане з виявленням відповідності між елементами двох множин;
- завдання на встановлення правильної послідовності, в яких студент повинен вказати порядок дій або процесів.

Під час проектування тестових питань повинні враховуватися такі вимоги:

- кожне питання в тесті має мати бути чітко описане та мати єдину правильну відповідь;
- тестові питання з різних рівнів складності мають різні вагові коефіцієнти (бали за правильну відповідь);
- база тестових питань з одного рівня складності має приблизно однаковий рівень та повинна бути подана (по можливості) питаннями одного типу;
- жодному студенту на тестування не дається ніяких переваг перед іншими;
- тестування різних груп студентів проводиться приблизно в однаковий час і схожих умовах.

Табл. 5.2 містить порівняльний аналіз форм тестових завдань, які можуть бути використані в начальному процесі.

## Порівняльний аналіз форм тестових завдань

Мета перевірки знань	Завдання закритої форми	Завдання відкритої форми		Завдання на встановлення відповідності	Завдання на встановлення послідовності
		З обмеженнями відповіді	З відповідями, що вільно конструюються		
1	2	3	4	5	6
Перевірка знання визначень, фактологічного матеріалу тощо	придатні	придатні	мало придатні	придатні	придатні
Перевірка вмінь застосування знань за зразком (репродуктивний рівень)	придатні	придатні	придатні	придатні	придатні
Перевірка вмінь застосування знань у незнайомій ситуації (продуктивний рівень)	придатні	придатні	придатні	придатні	придатні
Простота розробки тестів	ні	так	так	ні	ні
Виключення можливості вгадування	ні	так	так	ні	ні
Об'єктивне оцінювання результату	так	залежно від якості завдання	ні	так	так

1	2	3	4	5	6
Виключення можливості помилки тестованого під час написання відповіді	так	ні	на оцінку впливає вміння самовираження	так	так
Можливість оригінальної відповіді	ні	ні	так	ні	ні

### 5.6.2. Вибір умов тестування в дистанційному середовищі

Слід розглянути на прикладах можливі умови проведення тестових завдань, які доступні у більшості розподілених систем дистанційного навчання, в тому числі в *Moodle*, що використовується в ХНЕУ ім. С. Кузнеця. Метою обрання різних стратегій є унеможливлення фальсифікації студентами під час проходження тестування за умови, що тести використовуються в дистанційному середовищі для оцінювання компетентностей. До параметрів, які задаються викладачем, належать: кількість спроб проходження тестування, стратегія обрання оцінки із декількох спроб (найчастіше – найвища оцінка, рідше – остання спроба або середній результат), доступність результатів тестування для студента, час, відведений на тестування, часовий проміжок, під час якого тест буде доступним для проходження (наприклад, тиждень чи два), максимальна оцінка за тест, кількість запитань, пріоритет запитань (в усіх розглянутих далі прикладах питання були рівнозначними).

Приклад 1. Під час тестування студентам надавалась одна спроба для проходження тесту, на проходження тесту виділялося 15 хвилин, тестування було доступне для проходження протягом календарного тижня, максимальний бал за тест склав 0,6 бала, результати тесту доступні для студента відразу після його проходження.

На рис. 5.4 наведено діаграму результатів тестування для 69 студентів. Як можна бачити, переважна більшість отримала максимальну оцінку, що може бути простим наслідком того, що студент бачить власну

оцінку відразу після проходження тестування і має змогу розповсюджувати правильні відповіді. Слід також зазначити значну диференціацію результатів тестування як результат використання малої кількості запитань.



Рис. 5.4. Розподіл оцінок для прикладу 1

Приклад 2. Під час тестування студентам надавалась одна спроба для проходження тесту, обмеження в часі – 30 хвилин, тестування було доступне для проходження протягом календарного тижня, максимальний бал за тест склав 2,6 бали, результати тесту доступні для студента відразу після його проходження.

На рис. 5.5 наведено діаграму результатів тестування для 57 студентів. Порівняно з попереднім прикладом, можна спостерігати більший "розкид" результатів, що часто є свідченням більш чесного проходження тестів, також це досягнуто за рахунок більшої кількості запитань у тесті.



**Рис. 5.5. Розподіл оцінок для прикладу 2**

Приклад 3. Під час тестування студентам надавалась одна спроба для проходження тесту, обмеження в часі – 30 хвилин, тестування було доступне для проходження протягом календарного тижня, максимальний бал за тест склав 3 бали, результати тесту були доступні для студента лише після закриття тесту.

На рис. 5.6 наведено діаграму результатів тестування для 59 студентів.



**Рис. 5.6. Розподіл оцінок для прикладу 3**



Порівняно із попереднім прикладом можна спостерігати значний зсув розподілу оцінок в область менших значень, що є прямими наслідком того, що студенти більше не мають змоги обмінюватися правильними відповідями, оскільки результати тестування, оцінку і правильні відповіді отримують одночасно, як тільки тест стає закритим, тобто проходити його більше не можна.

### 5.7. Проблеми формування та необхідність оцінювання компетентності

Сучасна освітня система передбачає формування певних компетентностей у студентів із кожної навчальної дисципліни. У даний момент ступінь засвоєння визначається оцінками, які в реальності не відображають набутих знань, оскільки на них впливають різні фактори. Тому необхідне оцінювання компетентностей, яке повинне бути максимально незалежним. Найкращим методом для цього є проведення окремого контролю, що включає тестування та практичні завдання.

Система контролю повинна бути складена відповідно до переліку компетентностей, тобто кожній компетентності буде відповідати набір як тестових, так і практичних завдань. Схематично це можна подати таким чином (рис. 5.7).

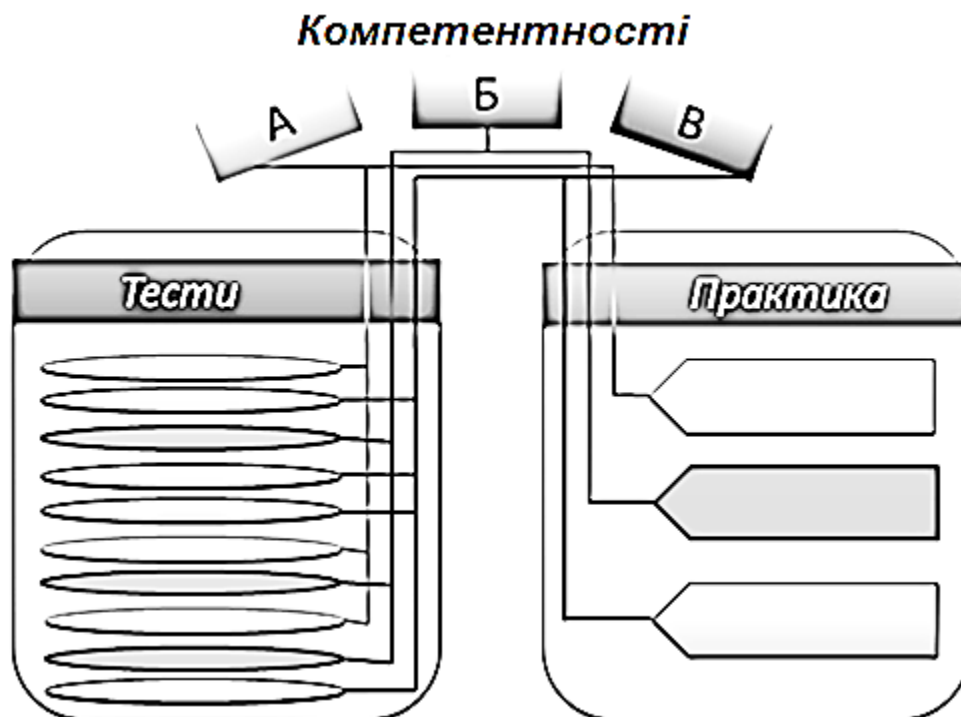


Рис. 5.7. Схеми відповідності завдань компетентностям

Метою цього контролю є не тільки оцінювання загального засвоєння студентом предмета, а й визначення рівня знань за кожною компетентністю. У наступному підрозділі буде розглянуто окремо кожен із компонентів такого оцінювання.

### 5.7.1. Методологія проведення оцінювання

Для того, щоб оцінити рівень сформованих компетентностей та визначити фактори, які на них впливають, у роботі проведено дослідження, яке складається з трьох кроків.

**Перший крок** – це тестування. Як уже згадувалось раніше, тести мають складатись із завдань, кожне з яких повинне відповідати певній компетентності. Для цього необхідно визначити перелік головних компетентностей, які повинні засвоїти студенти після вивчення певної дисципліни. Слід зазначити, що для оцінювання кожної компетентності необхідно скласти декілька завдань, для більш точного визначення рівня її засвоєння. Тестові завдання можуть мати як одну правильну відповідь, так і декілька. Відповідно і розподіл балів за правильну відповідь може бути цілим або частковим. Наприклад, за дві правильні відповіді із чотирьох нараховується 5 балів із 10. Завдання повинні мати різні рівні складності, і відповідно до цього різні оцінки, враховуючи те, що за правильно виконаний тест максимально можна набрати 100 балів.

Після проведення тестування необхідно провести обробку одержаних результатів. Перш за все варто згрупувати результати за відповідними компетентностями, і визначити у відсотковому відношенні рівень засвоєння окремої компетентності кожним студентом:

$$KT_{ji} = \frac{n_{ji}}{N_j} \times 100\%, \quad (5.1)$$

де  $KT_{ji}$  – коефіцієнт рівня засвоєння і-им студентом j-тої компетентності за результатами тестування;

$n_{ji}$  – кількість набраних балів і-им студентом за j-ту компетентність;

$N_j$  – максимальна кількість балів за j-ту компетентність.

Тепер варто підрахувати загальні результати тестування для кожного студента шляхом підрахунку балів за правильні відповіді:

$$RT_i = \sum n_{ij},$$

де  $RT_i$  – результат тестування і-го студента;

$n_{ij}$  – кількість набраних балів і-им студентом за  $j$ -ту компетентність.

**Другий крок** – це практичні завдання. Подібно до тестових завдань, практичні мають відповідати певним компетентностям. Такий вид оцінювання дозволяє виявити практичні навички, набуті студентом, та вміння аналізувати отриманий результат. Для зменшення впливу суб'єктивного фактора завдання повинні перевіряти три викладачі. Для оцінювання рівня засвоєння компетентностей студентами слід виконати ряд розрахунків. Спочатку треба визначити середнє значення оцінювання викладачів за кожною з компетентностей:

$$KP_{ji} = \frac{\sum_{p=1}^k m_{ijp}}{k},$$

де  $KP_{ji}$  – коефіцієнт рівня засвоєння і-им студентом  $j$ -ої компетентності за результатами практичних завдань;

$m_{ijp}$  – бал і-го студента за виконання завдання за компетентністю  $j$ , оцінений викладачем  $p$ ;

$k$  – кількість викладачів, які оцінювали роботу.

Після цього треба визначити середню оцінку за практичне завдання, шляхом усереднення розрахованих оцінок за кожною з компетентностей:

$$RP_i = \frac{\sum_{j=1}^l KP_{ji}}{l},$$

де  $RP_i$  – результат виконання практичної роботи і-го студента;

$KP_{ji}$  – коефіцієнт рівня засвоєння і-им студентом  $j$ -ої компетентності за результатами практичних завдань;

$l$  – кількість компетентностей.

**Третім і останнім кроком** є визначення компетентності студентів. Компетентність кожного студента залежить від його рівня засвоєних компетентностей з навчальної дисципліни. Спочатку варто знайти середній рівень засвоєння за кожною компетентністю, враховуючи результати тестів та практичних завдань. Для цього слід використати таку формулу:

$$RK_{ji} = \frac{KT_{ji} + KP_{ji}}{2},$$

де  $RK_{ji}$  – рівень засвоєння і-им студентом j-ої компетентності за результатами тестування і практичних завдань;

$KT_{ji}$  – коефіцієнт рівня засвоєння і-им студентом j-ої компетентності за результатами тестування;

$KP_{ji}$  – коефіцієнт рівня засвоєння і-им студентом j-ої компетентності за результатами практичних завдань.

Треба розрахувати рівень компетентності кожного студента шляхом знаходження середнього значення із загальних результатів тестування і практичних завдань:

$$K_i = \frac{RT_i + RP_i}{2},$$

де  $K_i$  – рівень засвоєння компетентності з досліджуваної дисципліни;

$RT_i$  – результат тестування і-го студента;

$RP_i$  – результат виконання практичної роботи і-го студента.

Таким чином, виконавши багато математичних розрахунків, можна зробити висновок щодо засвоєння студентами досліджуваної навчальної дисципліни. Показник  $K_i$  може набувати значення від 1 до 100, що відповідає сучасній системі оцінювання. Теоретично цей показник має приблизно дорівнювати оцінці, отриманій студентом за вивчений курс.

Подана методологія дозволяє оцінити не тільки загальний рівень компетентності, але і рівень засвоєння окремих її складових – компетентностей. Такий підхід дозволить виявити слабкі місця в системі викладання та вжити заходів для її покращення.

У роботі показано, що під час оцінювання компетентності потрібно стежити за її відповідністю цільовим установкам і завданням процесу навчання. Адже залежно від конкретних завдань навчання і особливостей матеріалу, що вивчається, на різних етапах процесу навчання студентів

матиме різний характер: в одному випадку головним буде осмислення і засвоєння теоретичних знань, в іншому — тренувальні вправи щодо застосування їх на практиці.

Дана методологія відрізняється від традиційних тим, що дозволяє оцінити окремо рівень засвоєння студентами теоретичних і практичних навичок.

### 5.7.2. Аналіз набутих компетентностей

Для оцінювання засвоєних компетентностей слід розглянути описану раніше методику на прикладі. Треба оцінити рівень засвоєння студентами навчальної дисципліни "Інформатика". На першому етапі необхідно визначити компетентності, які вона формує, нехай у даному прикладі їх буде три:

- здатність використовувати Microsoft Office Excel для розрахунків економічних задач;
- здатність проектувати реляційні бази даних економічного характеру;
- вміння використовувати VBA для вирішення економічних задач.

Далі необхідно скласти тести, які будуть ґрунтуватися на основі визначених компетентностей. Так, нехай, в даному випадку тестова частина завдання складається з 10 питань, перші 5 мають тільки одну правильну відповідь, а оцінюються тести таким чином (табл. 5.3).

Таблиця 5.3

#### Розподіл балів за 1 – 5 завдання

№ завдання	Бал
1	2
2	3
3 – 5	5

Наступні завдання 6 – 8 мають декілька правильних відповідей та оцінюються таким чином (табл. 5.4).

Таблиця 5.4

#### Розподіл балів за 6 – 8 завдання

№ завдання	Кількість правильних відповідей	Бал
6	2	10
	1	5
7 – 8	3	15
	2	10
	1	5

Завдання 9 і 10 на складання відповідностей, вони оцінюються за такою шкалою (табл. 5.5).

Таблиця 5.5

**Розподіл балів за 9 і 10 завдання**

№ завдання	Кількість правильних відповідей	Бал
9 і 10	4	20
	3	15
	2	10
	1	5

Наступна частина оцінювання складається з практичних завдань, які також відповідають різним компетентностям. Кожне завдання оцінюється за 100-бальною шкалою. Вони передбачають творчий підхід до вирішення завдання та розгорнутий аналіз вирішеної задачі.

Коефіцієнт компетентності студентів буде розраховано за допомогою Microsoft Office Excel. Нехай в результаті тестування були отримані такі дані (рис. 5.8).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	№ / Студенти	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	RTI
2	Максимум	2	3	5	5	5	10	15	15	20	20	100
3	Студент А	2	3	0	5	5	10	10	15	20	20	90
4	Студент Б	2	3	0	5	5	0	5	15	5	5	45
5	Студент В	2	0	5	0	5	5	15	0	20	10	62
6	Студент Г	2	3	0	5	5	10	10	10	20	10	75
7	Студент Д	0	3	5	0	5	10	15	15	20	20	93
8	Студент Е	2	3	0	5	5	5	15	10	20	15	80
9	Студент Ж	2	3	0	5	5	0	5	15	5	10	50
10	Студент З	2	0	5	5	5	10	10	10	20	20	87
11	Студент И	0	3	5	5	5	10	15	0	20	15	78
12	Студент К	2	3	0	5	5	5	10	15	10	20	75
13	Студент Л	0	3	5	5	5	0	5	15	5	15	58
14	Студент М	2	3	5	0	5	10	10	5	20	10	70
15	Студент Н	2	0	5	5	5	10	10	15	5	20	77
16	Студент О	2	3	0	0	5	10	5	15	5	10	55
17	Студент П	0	3	5	5	5	10	5	15	20	15	83
18	Студент Р	2	3	0	0	5	10	10	5	20	20	75
19	Студент С	2	3	5	5	5	10	15	10	20	20	95
20	Студент Т	2	3	5	0	5	10	10	5	20	15	75
21	Студент У	2	3	0	5	5	0	5	15	5	10	50
22	Студент Ф	2	0	5	5	5	5	5	15	5	15	62
23	Студент Х	0	3	5	5	5	10	10	15	5	20	78
24	Студент Ц	2	3	0	5	5	10	10	10	20	15	80

**Рис. 5.8. Результати тестування**

На зазначеному рисунку компетентності А відповідають завдання 1, 5, 9; В – 2, 3, 6, 10; С – 4, 7, 8. В останньому стовпці підсумовується загальна кількість набраних балів кожним студентом.

Далі слід розрахувати коефіцієнт рівня засвоєння кожним студентом окремої компетентності (рис. 5.9).

	A	B	C	D	E	F	G
1	Компетенції						
2	A		B		C		
3	Студенти	Бал	КТї	Бал	КТї	Бал	КТї
4	Студент А	27	100	33	86,84211	30	85,71429
5	Студент Б	12	44,44444	8	21,05263	25	71,42857
6	Студент В	27	100	20	52,63158	15	42,85714
7	Студент Г	27	100	23	60,52632	25	71,42857
8	Студент Д	25	92,59259	38	100	30	85,71429
9	Студент Е	27	100	23	60,52632	30	85,71429
10	Студент Ж	12	44,44444	13	34,21053	25	71,42857
11	Студент З	27	100	35	92,10526	25	71,42857
12	Студент И	25	92,59259	33	86,84211	20	57,14286
13	Студент К	17	62,96296	28	73,68421	30	85,71429
14	Студент Л	10	37,03704	23	60,52632	25	71,42857
15	Студент М	27	100	28	73,68421	15	42,85714
16	Студент Н	12	44,44444	35	92,10526	30	85,71429

Рис. 5.9. Результати розрахунку коефіцієнта рівня засвоєння компетентностей за результатами тестування

На наступному етапі треба розрахувати коефіцієнт рівня засвоєння студентом кожної компетентності за результатами практичних завдань. Після цього розраховується результат виконання практичної роботи кожним студентом. Названі розрахунки наведено на рис. 5.10.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Викладач 1			Викладач 2			Викладач 3			Компетенції				
2	Студенти	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	RPji
3	Студент А	95	90	93	90	85	90	98	95	97	94,3333	90	93,3333	92,55556
4	Студент Б	58	40	60	40	45	50	55	60	60	51	48,3333	56,6667	52
5	Студент В	78	70	60	80	75	70	60	90	70	72,6667	78,3333	66,6667	72,55556
6	Студент Г	80	75	70	75	75	80	80	70	70	78,3333	73,3333	73,3333	75
7	Студент Д	90	92	95	95	92	98	90	90	90	91,6667	91,3333	94,3333	92,44444
8	Студент Е	70	65	80	85	73	80	80	75	88	78,3333	71	82,6667	77,33333
9	Студент Ж	40	60	40	20	50	30	60	70	60	40	60	43,3333	47,77778
10	Студент З	75	69	73	80	77	81	76	80	79	77	75,3333	77,6667	76,66667
11	Студент И	90	88	91	85	90	81	90	88	82	88,3333	88,6667	84,6667	87,22222
12	Студент К	60	75	69	67	75	71	72	75	80	66,3333	75	73,3333	71,55556
13	Студент Л	70	85	80	75	85	80	70	80	70	71,6667	83,3333	76,6667	77,22222
14	Студент М	60	75	75	70	80	75	75	80	75	68,3333	78,3333	75	73,88889
15	Студент Н	88	80	83	83	80	85	85	84	87	85,3333	81,3333	85	83,88889
16	Студент О	90	92	95	90	94	90	90	95	90	90	93,6667	91,6667	91,77778
17	Студент П	60	75	60	65	72	60	75	60	72	66,6667	69	64	66,55556
18	Студент Р	78	70	79	75	79	60	75	78	60	76	75,6667	66,3333	72,66667
19	Студент С	90	92	95	90	94	90	95	90	92	91,6667	92	92,3333	92
20	Студент Т	45	60	67	65	67	65	75	65	72	61,6667	64	68	64,55556
21	Студент У	65	70	80	60	80	70	65	70	75	63,3333	73,3333	75	70,55556
22	Студент Ф	60	68	70	70	75	60	65	60	62	65	67,6667	64	65,55556
23	Студент Х	70	60	80	75	70	85	60	65	70	68,3333	65	78,3333	70,55556
24	Студент Ц	88	75	80	75	75	80	75	80	80	79,3333	76,6667	80	78,66667

Рис. 5.10. Результати розрахунку коефіцієнта рівня засвоєння компетентностей за практичними завданнями

Наступним кроком розраховується рівень засвоєння кожним студентом окремих компетентностей за результатами тестування і практичних завдань. І наостанок підраховується рівень засвоєння компетентності з навчальної дисципліни "Інформатика". Результати останніх розрахунків наведено на рис. 5.11.

	A	B	C	D	E
1	Студенти	Компетентції			Кі
2		A	B	C	
3	Студент А	97,16667	88,42105	89,52381	91,27777778
4	Студент Б	47,72222	34,69298	64,04762	48,5
5	Студент В	86,33333	65,48246	54,7619	67,27777778
6	Студент Г	89,16667	66,92982	72,38095	75
7	Студент Д	92,12963	95,66667	90,02381	92,72222222
8	Студент Е	89,16667	65,76316	84,19048	78,66666667
9	Студент Ж	42,22222	47,10526	57,38095	48,88888889
10	Студент З	88,5	83,7193	74,54762	81,83333333
11	Студент И	90,46296	87,75439	70,90476	82,61111111
12	Студент К	64,64815	74,34211	79,52381	73,27777778
13	Студент Л	54,35185	71,92982	74,04762	67,61111111
14	Студент М	84,16667	76,00877	58,92857	71,94444444
15	Студент Н	64,88889	86,7193	85,35714	80,44444444
16	Студент О	67,22222	77,09649	74,40476	73,38888889
17	Студент П	79,62963	77,92105	67,71429	74,77777778
18	Студент Р	88	81,25439	54,59524	73,83333333
19	Студент С	95,83333	96	89,02381	93,5
20	Студент Т	80,83333	75,42105	55,42857	69,77777778
21	Студент У	53,88889	53,77193	73,21429	60,27777778
22	Студент Ф	54,72222	66,72807	67,71429	63,77777778
23	Студент Х	52,68519	82,5	82,02381	74,27777778
24	Студент Ц	89,66667	75,17544	75,71429	79,33333333

**Рис. 5.11. Результати розрахунку рівня компетентності кожного студента**

Таким чином, провівши за даною методологією оцінювання компетентності, можна оцінити не тільки рівень засвоєння студентом навчальної дисципліни але й окремих її складових.

## **5.8. Аналіз результатів оцінювання**

Після оцінювання рівня компетентності студентів необхідно провести аналіз отриманих результатів. Відповідно до шкали оцінювання за системою ECTS було проведено групування. До першої групи належать студенти з балами А (90 – 100), до другої – В та С (75 – 90), та до третьої – D, E, F (0 – 75). Результати групування наведені в табл. 5.6.



**Результати групування**

Група	Кількість студентів
1	3
2	8
3	11

Таким чином можна спостерігати, що половина студентів не засвоїли матеріал на достатньому рівні, що наочно подано на рис. 5.12.

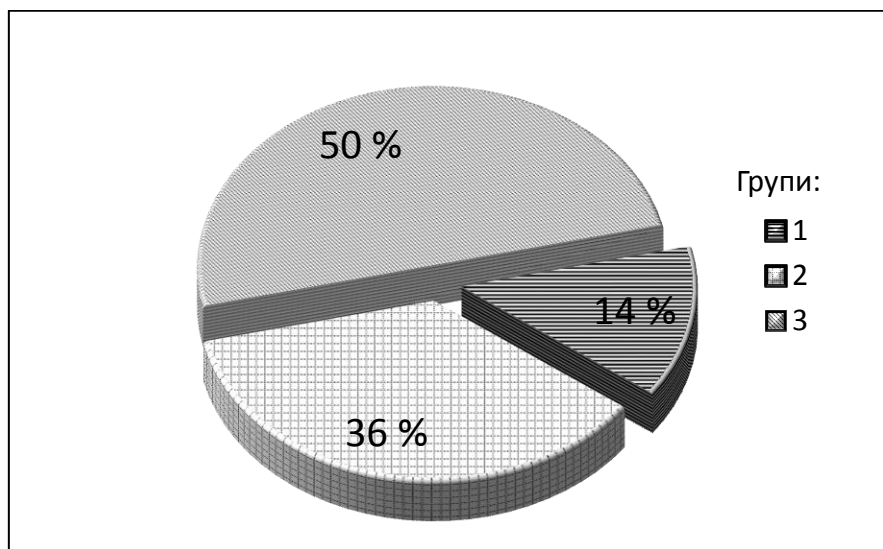


Рис. 5.12. Розподіл студентів за групами

Отже, 14 % студентів отримали відмінну оцінку, тобто вище 90 балів, 36 % отримали бали в інтервалі від 75 до 89, і 50 % отримали бали до 74. Слід розглянути останню групу студентів і спробувати виявити причину відставання. Результати проведених тестових та практичних завдань наведені у табл. 5.7.

**Результати оцінювання третьої групи студентів**

Студент	Тести	Практика	П-Т
Студент Х			
Студент Р	75	72,66667	-2,33333
Студент О	55	91,77778	36,77778
Студент К	75	71,55556	-3,44444
Студент М	70	73,88889	3,888889
Студент Т	75	64,55556	-10,4444
Студент Л	58	77,22222	19,22222
Студент В	62	72,55556	10,55556
Студент Ф	62	65,55556	3,555556
Студент У	50	70,55556	20,55556
Студент Ж	50	47,77778	-2,22222
Студент Б	45	52	7

У останньому стовпці розраховано різницю між результатами оцінювання практичних та тестових завдань. Таким чином, можна бачити, що результати оцінювання практичних завдань у більшості випадків перевищують результати за тести, що свідчить про здібність студентів вирішувати практичні завдання з навчальної дисципліни, але наявне погане засвоєння теоретичного матеріалу.

Слід провести аналіз розподілу ряду даних за допомогою програми Statistica. Буде розраховано такі показники: арифметичну середню, медіану, мінімальне та максимальне значення, ранг, середнє квадратичне відхилення (рис. 5.13).

Descriptive Statistics (Spreadsheet3)							
Variable	Valid N	Mean	Median	Minimum	Maximum	Range	Std.Dev.
Var1	22	73,77273	74,05556	48,50000	93,50000	45,00000	11,83155

Рис. 5.13. Аналіз оцінювання компетентності

За отриманими результатами можна зробити такі висновки: в результаті проведення дослідження було оцінено рівень компетентності 22-х студентів, тобто однієї групи; найменший отриманий бал склав 48,5, а найбільший – 93,5, всі оцінки коливаються у межах 45 одиниць; середня оцінка у групі складає 73,77, що говорить про не дуже високий рівень знань студентів. Показник середнього квадратичного відхилення свідчить про однорідність сукупності. За результатами розрахунку медіана дорівнює 74,056, тобто 11 студентів мають бал більше цього значення, а інша половина – менше.

Як вже згадувалось раніше, результат рівня компетентності залежить від засвоєння студентами окремих компетентностей, тому далі буде доцільно проаналізувати ці дані за допомогою методів описової статистики (рис. 5.14).

Descriptive Statistics (Spreadsheet7)							
Variable	Valid N	Mean	Median	Minimum	Maximum	Range	Std.Dev.
A	22	75,15488	82,50000	42,22222	97,16667	54,94445	17,67779
B	22	74,10925	75,71491	34,69298	96,00000	61,30702	14,94285
C	22	72,52056	73,63096	54,59524	90,02381	35,42857	11,53095

Рис. 5.14. Аналіз рівня засвоєння компетентностей

Як можна бачити з рис. 5.14, середня оцінка рівня засвоєння компетентностей коливається в межах від 72,5 до 75,2, при цьому слід зауважити, що найгірше, в середньому, студенти засвоїли компетентність С. Про це також свідчить медіана, для компетентності А вона становить 82,5, для В – 75,7, С – 73,6. Але не дивлячись на це, з останньої компетентності спостерігається найбільший найменший бал, найменший розмах значень, тобто найбільший показник однорідності. Все це свідчить про закономірність у даній ситуації. Студентам важко дається набуття навичок, передбачених компетентністю С. Для цього може бути багато причин, наприклад недоліки у розподілі годин на відповідну тему, виникнення форс-мажорних обставин (передчасна сесія, карантин тощо), неправильно підібрана методика викладання тощо. Для того, щоб простежити більш детально негативну закономірність, слід проаналізувати її складові: практичну і теоретичну (рис. 5.15).

Variable	Descriptive Statistics (Spreadsheet7)					
	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Range	Std.Dev.
Тести	22	69,48052	42,85714	85,71429	42,85715	15,45894
Практика	22	75,56060	43,33330	94,33330	51,00000	12,64802

**Рис. 5.15. Аналіз рівня засвоєння складових компетентності С**

Таким чином, виходячи з результатів розрахованої середньої, можна зробити висновок про те, що студенти засвоїли практичні навички, але погано зрозуміли теоретичну частину. Тому слід вжити заходів щодо покращення лекційних занять.

## **Розділ 6. Упровадження інформаційних технологій у навчальний процес**

### **6.1. Значення та формування компетентностей в освіті**

Категорія "компетентність" відносно особистості є її інтегральною характеристикою, яка складається з множини загальних, спеціальних і предметних компетентностей. Кожна окрема компетентність не є просто сумою знань, розумінь, умінь, комунікативних здатностей, автономності та відповідальності, які сформовані в результаті навчально-практичної діяльності, а має всі ознаки системності і тому містить деяку синергетичну складову, що разом із означеною сумою і становить дійсний зміст компетентності [3]. На сьогоднішній день в Україні не існує єдиної методології оцінювання компетентності студентів, яка дозволить охарактеризувати якість наданої освіти вищими навчальними закладами та рівень засвоєння знань студентами.

#### **6.1.1. Освітня компетентність**

Компетентність включає сукупність взаємопов'язаних знань, умінь, навичок, способів діяльності, які заздалегідь визначаються щодо певних проблем, предметів, процесів, необхідних для якісної продуктивної діяльності.

Компетентність – це наявність знань і досвіду, необхідних для ефективної діяльності в заданій предметній області [4].

Введення поняття освітніх компетентностей дозволяє вирішувати проблему, коли студенти можуть добре оволодіти набором теоретичних знань, але мають значні труднощі в використанні їх для вирішення конкретних завдань або проблемних ситуацій. Впровадження компетентного підходу – це важлива умова підвищення якості освіти. На думку сучасних педагогів, саме набуття життєво важливих компетентностей дає людині можливість орієнтуватися у сучасному суспільстві, формує здатність особистості швидко реагувати на зміни тощо.

Перелік ключових освітніх компетентностей визначається на основі головних цілей загальної освіти, структурного подання соціального досвіду і досвіду особистості, а також основних видів діяльності студента,

що дозволяють йому оволодіти соціальним досвідом, отримати навички практичної діяльності в сучасному суспільстві.

Ключові освітні компетентності:

- **Інформаційна.** За допомогою реальних об'єктів (телевізор, магнітофон, телефон, факс, комп'ютер, принтер, модем) та інформаційних технологій (аудіо -, відеозапис, електронна пошта, ЗМІ, Інтернет) формується вміння самостійно шукати, аналізувати і відбирати необхідну інформацію, організувати, перетворювати, зберігати та передавати її. Дана компетентність забезпечує навички діяльності студента щодо інформації, що міститься в навчальних предметах і освітніх галузях, а також у навколишньому світі.

- **Ціннісно-змістовна.** Це компетентність у сфері світогляду пов'язана з ціннісними орієнтирами студента, його здатністю бачити і розуміти навколишній світ, орієнтуватися в ньому, усвідомлювати свою роль і призначення, уміти вибирати цільові і смислові установки для своїх дій і вчинків, приймати рішення. Ця компетентність забезпечує механізм самовизначення студента в ситуаціях навчальної та іншої діяльності. Від неї залежить індивідуальна освітня траєкторія студента і програма його життєдіяльності в цілому.

- **Навчально-пізнавальна.** Це сукупність компетентностей студента у сфері самостійної пізнавальної діяльності, що включає елементи логічної, методологічної, загально навчальної діяльності, співвіднесеної з реальними об'єктами. Сюди входять знання й уміння формування цілей, планування, аналізу, рефлексії, самооцінки навчально-пізнавальної діяльності. Щодо досліджуваних об'єктів студент опановує креативні навички продуктивної діяльності: здобуття знань безпосередньо з реальності, володіння прийомами дій в нестандартних ситуаціях, евристичними методами вирішення проблем. У рамках даної компетентності визначаються вимоги відповідної функціональної грамотності: вміння відрізнити факти від вимислу, володіння вимірювальними навичками, використовувати ймовірнісні, статистичні та інші методи пізнання.

- **Комунікативна.** Включає знання необхідних мов, способів взаємодії з людьми. Навички роботи у групі, володіння різними соціальними ролями в колективі. Студент повинен вміти представити себе, вести дискусію та ін. Для освоєння даної компетентності у навчальному процесі фіксується необхідна і достатня кількість реальних об'єктів комунікації та

способів роботи з ними для кожного ступеня навчання в рамках кожного досліджуваного предмета чи освітньої галузі.

- **Особистісного самовдосконалення.** Спрямована на освоєння способів фізичного, духовного й інтелектуального саморозвитку, емоційної саморегуляції та самопідтримки. Реальним об'єктом у даній компетентності виступає сам студент. Він опановує способи діяльності у власних інтересах і можливостях, що виражається в його безперервному самопізнанні, розвитку необхідних сучасній людині особистісних якостей, формуванні психологічної грамотності, культури мислення та поведінки. Сюди ж входить комплекс якостей, пов'язаних з основами безпечної життєдіяльності особистості.

- **Соціально-трудова.** Означає володіння знаннями та досвідом у сфері громадянсько-суспільної діяльності (виконання ролі громадянина, спостерігача, виборця, представника), у соціально-трудовій сфері (права споживача, покупця, клієнта, виробника), у сфері сімейних відносин та обов'язків, у питаннях економіки та права, у галузі професійного самовизначення. В дану компетентність входять, наприклад, уміння аналізувати ситуацію на ринку праці, діяти відповідно до особистої і суспільної вигоди, володіти етикою трудових і цивільних взаємовідносин. Студент опановує мінімально необхідні для життя в сучасному суспільстві навички соціальної активності та функціональної грамотності.

- **Загальнокультурна.** Коло питань, щодо яких студент повинен бути добре обізнаний, володіти знаннями і досвідом. Це особливості національної та загальнолюдської культури, духовно-моральні основи життя людини й окремих народів, культурологічні основи сімейних, соціальних, суспільних явищ і традицій, роль науки та релігії в житті людини, їх вплив на світ, компетентності в побутовій і культурній сферах. Сюди ж відноситься досвід освоєння студентом наукової картини світу, що розширюється до культурологічного розуміння світу.

Інформаційна компетентність включає в себе такі елементи:

- 1) теоретичні знання, практичні вміння і навички використання інформаційних технологій (ІТ) у своїй професійній діяльності;

- 2) творчий підхід у застосуванні інформаційних технологій під час вирішення практичних завдань, а так само у ході організації обробки, зберігання і передачі інформації;

- 3) гнучкість мислення, здатність до самоосвіти і підвищення професійної кваліфікації у галузі інформаційної технології;

4) сформований світогляд і система особистісних цінностей та життєвих пріоритетів.

Інформаційну компетентність слід визначати як готовність самостійно здобувати і використовувати ті знання з інформаційної освітньої галузі, які необхідні для самовизначення і самореалізації особистості. Вона сприяє становленню власної внутрішньої позиції особистості, як стійкого ставлення до себе, до людей, до світу.

### **6.1.2. Інновації в освіті**

Масштабні інновації в освіті відбуваються досить рідко – за останню тисячу років їх було всього чотири:

- Перша – це поява в X – XII ст. у Європі університетів, орієнтованих на трансляцію універсуму знань (Болонья, Париж).

- Друга – класно-урочна система, запропонована Яном Амосом Коменським у 1640-х рр. і яка стала педагогічною нормою для масової, насамперед, шкільної освіти.

- Третя – це поява в XIX ст. університетів дослідницького типу з моделі В. фон Гумбольдта, призначених для генерації наукових знань і підготовки дослідників.

- Четверта – ідея прагматичної освіти й експериментальний метод навчання, запропонований американським філософом Джоном Дьюї на рубежі XIX і XX ст., який став основою для розвитку проектного навчання та "активних методів" підготовки.

Цифрова революція торкнулася усіх сфер людської життєдіяльності. Насамперед, вона пов'язана зі швидким розвитком сучасних ІКТ-технологій: мобільного зв'язку, Інтернету та комп'ютерної техніки в усьому світі.

Сферу освіти ці технологічні інновації торкнулися із запізненням приблизно в 10 років. Перші проекти онлайн-освіти стартували ще в 1990-ті роки і пов'язані з переведенням навчальних матеріалів в електронний вигляд. Вони не дали яких-небудь значних результатів і кардинальної зміни освітнього процесу. Однак за останні кілька років виникли освітні проекти другого покоління. З'явилося безліч публікацій про феномен MOOC (*Massive Open Online Courses*) і яскравих прикладів з цієї сфери – EdX (спільний проект Гарварду, MIT і Берклі), *Udacity* (приватна освітня організація) або *Coursera* (проект у сфері масового онлайн навчання), яка на даний момент об'єднує понад 4,5 млн студентів з усього

світу. Також з'явився ряд багатообіцяючих проектів в інших областях – в управлінні навчальним процесом, оцінювання і сертифікації результатів навчання.

Нові проекти здатні більш ефективно виконувати окремі традиційні функції освітніх закладів – викладання, оцінювання результатів та ін. У своїй статті "Океани інновацій" Майкл Барбер, Кейтелин Доннеллі і Саад Різв стверджують, що в результаті посилення конкуренції шанси на успіх мають 6 типів ВНЗ [15]:

- елітні університети (*the elite university*) – університети, що мають сильний глобальний бренд, значний фундамент, багатовікову історію і професорів світового рівня;

- масові університети (*the mass university*) – університети, які будуть надавати якісну освіту для зростаючого "середнього класу" по всьому світу. Одним із результатів навчання в університетах даного типу стане можливість працевлаштування випускників у провідних компаніях світу;

- місцеві університети (*the local university*) – університети, що відіграють ключову роль у розвитку економіки на міському або регіональному рівні через підготовку кваліфікованих кадрів або організацію прикладних досліджень під запити регіональних компаній, органів влади та місцевого співтовариства;

- нішеві університети (*the niche university*) – університети з вузькою спеціалізацією, що зуміли зайняти своє місце в міжнародному поділі інтелектуальної праці і стати світовими лідерами в окремих напрямках досліджень або освіти;

- механізми "довічного" навчання (*the lifelong learning mechanisms*): нова форма вищої освіти, яка дозволить вивчати різні навчальні модулі, що надаються як освітніми установами, так і спеціалізованими компаніями, без відвідування якого-небудь одного університету.

### **6.1.3. Інформаційні технології в освітній системі**

Існують традиції активної роботи з інформаційними технологіями. Відносно вивчення інформатики – це, насамперед, проектна методика, орієнтована на активну роботу з цими технологіями, що має продуктивний характер. Студенти повинні бути зацікавлені в продукті своєї діяльності.



Метод проектів – це дослідницький метод. Тут передбачається самостійна робота з інформацією. Проекти, як правило, міжпредметні, тому вимагають залучення знань із різних навчальних дисциплін. Студенти в них обговорюють рішення проблем реального життя, вони змушені постійно шукати й аналізувати інформацію, чітко викладати свої думки, використовувати комп'ютер, як інструмент в роботі і т. д.

Кейси – це навчальні матеріали, в яких сформульовані практичні проблеми, які передбачають колективний або індивідуальний пошук їх вирішення. Використання цього методу робить навчання інтенсивним, зближує навчання з практикою. Відмінною особливістю кейс-методів є створення проблемної ситуації на основі фактів із реального життя. Кейси можуть розвивати навчальні навички та вміння, закріплювати теоретичний матеріал, формувати практичні навички, а також можуть бути підсумковими.

Робота з Інтернетом розвиває вміння знаходити, осмислювати і продуктивно використовувати інформацію, допомагає студенту впевнено почувати себе в сучасних інформаційних потоках. Вміння створювати гіпертекстові документи розширює діапазон уявлень про форми писемної творчості. Взаємодія в проектах дозволяє розвинути у студентів здатність до планування та організації спільної діяльності.

Таким чином, можна зробити висновок, що найважливішим видом компетентностей, повинна стати інформаційна компетентність, яка пропонує вміння самостійно: організовувати; подавати; шукати; обирати; передавати інформацію; проектувати об'єкти і процеси.

Одним із перспективних напрямів для формування інформаційної компетентності студентів є застосування у професійній освіті сучасних педагогічних технологій. До таких технологій відноситься застосування відео і аудіо технологій.

Відеонавчання займає важливе місце в процесі освіти. Все частіше застосовується відеоматеріал в якості ілюстративного матеріалу до уроків. Подібний тип матеріалу є ефективним завдяки тому, що здатний задіяти певні центри пам'яті.

Візуальна пам'ять відіграє велику роль у запам'ятовуванні матеріалу. Великий плюс відео матеріалу полягає в тому, що він здатний викликати інтерес, на основі якого людина здатна багато на що, а в даному випадку проявляється інтерес до матеріалу і відбувається його запам'ятовування.

У відеонавчання є свої мінуси та свої плюси, оскільки будь-який метод характеризується різними параметрами. Слід розглянути відеонавчання з точки зору особливостей відео матеріалу. Наприклад, відеокліпи охоче проглядаються користувачами, тому що вони здатні передати певний обсяг інформації, і при цьому абсолютно не напружують. Відеокліпи позбавляють від необхідності обробки великого обсягу інформації і високої зосередженості, завдяки чому передають потрібний обсяг інформації чітко і правильно, а головне лаконічно. Вони не забирають багато часу і в той же час ефективно інформують [15].

Переваги відеонавчання виражаються сильніше і їх більше, ніж недоліків:

- легке засвоєння матеріалу. В одному відеоуроці сконцентровано багато інформації, яка сприймається, як візуально, так і на слух, що ефективно;
- висока ефективність навчання за умови відносно невеликих навантажень. У відеоматеріалах міститься максимально корисна інформація;
- простота сприйняття матеріалу. З відеоматеріалом може займатися кожен, незалежно від рівня його знань.

Основним мінусом відеонавчання є можливі питання, які можуть залишитися без відповіді у разі самостійного навчання. На жаль, відеокурси не завжди можуть відповісти на всі можливі питання, а питання, швидше за все, виникнуть. Але цей недолік легко виправити, досить створити форум, у якому бажаючі зможуть задавати запитання, а викладачі роз'яснювати незрозумілі моменти.

До одного з видів технологій, що використовуються в навчальному процесі, можна віднести відео і аудіозвіти з лабораторних робіт. Такий підхід спрямований на формування у студентів таких основних якостей, як:

- гнучко адаптуватися в мінливих життєвих ситуаціях, самостійно набувати необхідні знання, вміло застосовувати їх на практиці для вирішення різноманітних проблем, щоб упродовж усього життя мати можливість знайти своє місце;
- самостійно критично мислити, вміти виявити труднощі, що виникають у реальному світі і шукати шляхи раціонального їх подолання, використовувати сучасні технології;

- чітко усвідомлювати, де і яким чином набуті знання можуть бути застосовані у реальному житті; генерувати нові ідеї, творчо мислити;
- грамотно працювати з інформацією (вміти збирати необхідні для дослідження факти, аналізувати їх, висувати гіпотези вирішення проблем, робити необхідні узагальнення, зіставлення з аналогічними або альтернативними варіантами розгляду, встановлювати закономірності);
- бути комунікабельними, вміти працювати спільно, запобігаючи конфліктним ситуаціям;
- самостійно трудитися над розвитком власної моральності, інтелекту, культурного рівня.

## **6.2. Використання перспективних дидактичних інформаційних систем і технологій для викладання навчальної дисципліни "Інформатика та комп'ютерна техніка" іноземним студентам**

Міжнародний рейтинг будь-якого ВНЗ значною мірою залежить від одного з вагомих показників, яким є кількість іноземних студентів. Іноземні студенти сприяють зміцненню існуючих та створенню нових міжнародних зв'язків університету. Крім цього певна частина іноземних громадян розглядає отримання освіти за кордоном як один із найважливіших пріоритетів у своєму житті. Більш того, традиційно високий рівень освіти у вищих навчальних закладах України, конвертованість їх дипломів і порівняно невисока вартість навчання роблять їх дуже привабливими для потенційних іноземних студентів.

За даними Міністерства освіти і науки в Україні навчаються студенти з понад 130 країн світу. Кількість іноземних студентів налічує близько 61 тис., і з кожним роком ця цифра збільшується. Найбільші групи іноземних студентів – з Китаю, Туркменістану, країн Азії та Африки. Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця також щорічно приймає на навчання значну кількість іноземних студентів, перебуваючи в цілому в контексті загальнодержавних тенденцій.

Згідно з проведеними опитуваннями іноземних студентів, одними з головних мотивів отримання вищої освіти в ХНЕУ ім. С. Кузнеця для іноземців є якісна академічна школа і рівень отриманих знань.

Для багатьох представників держав, що розвиваються, переїзд на навчання в Україну, яка межує з Європою, також слугує ледь не єдиною можливістю "вирватися" в більш цивілізовану країну. Важливим є й фінансове питання – отримати вищу освіту в Україні дешевше, ніж в інших європейських країнах. Іноземні студенти можуть отримати в ХНЕУ ім. С. Кузнеця як першу, так і другу вищу освіту, а також науковий ступінь залежно від освітньо-професійного рівня підготовки. Підставою для оформлення в'їзної візи для навчання в Україні є запрошення Міністерства освіти і науки, видане вищим навчальним закладом, у якому планує навчатися іноземець. Мова навчання іноземних студентів переважно російська або українська, але в ХНЕУ ім. С. Кузнеця в рамках спеціалізованих програм підготовки можна використовувати також англійську мову викладання навчальних дисциплін.

У сучасних умовах розвитку дидактичних технологій навчальні заклади повинні гнучко реагувати на відповідні зміни в економічному й політичному житті – мати кваліфікований викладацький і допоміжний склад, володіти відповідною інфраструктурою, мати можливість розширювати спектр спеціальностей залежно від вимог ринку праці. Першим кроком в освітньому процесі для іноземного громадянина є вивчення базових дисциплін циклу підготовки, який включає в себе й отримання основних компетентностей використання базових інформаційних систем і технологій. У ХНЕУ ім. С. Кузнеця іноземні студенти вивчають основи використання сучасних комп'ютерних систем у рамках навчальної дисципліни "Інформатика та комп'ютерна техніка" відповідно до профілю їх майбутньої спеціальності.

Головною проблемою, яка виникає в іноземного студента на початковому етапі навчання, є мовний бар'єр. Саме ця проблема перешкоджає якісній підготовці іноземного студента для подальшого навчання за фахом – сприйняттю лекційного матеріалу на слух, його розумінню, виділенню опорного матеріалу та ведення конспектів. У ХНЕУ ім. С. Кузнеця вирішення проблеми подолання мовного бар'єру під час викладання іноземним студентам навчальної дисципліни "Інформатика та комп'ютерна техніка" було покладено в площину використання перспективних дидактичних мультимедійних інформаційних систем і технологій у вигляді веб-базованих мультимедійних освітніх комплексів (ВМОК).

В умовах економіки, заснованої на інформації й знаннях, одним із напрямів якісного відновлення професійної освіти є підготовка фахівців,

здатних усвідомлено використовувати потенціал навчальних дисциплін для системного вирішення професійних завдань. Досягнення цього можливо на основі використання нової парадигми навчання, заснованої на новій дидактичній концепції цілісного освітнього процесу з використанням мультимедійних освітніх комплексів для побудови єдиного інтегрованого освітнього простору. Інтеграція мультимедійних освітніх комплексів окремих дисциплін, зокрема навчальної дисципліни "Інформатика та комп'ютерна техніка", у єдиний інформаційний освітній простір спеціальності спрямована забезпечити єдиний підхід усіх учасників навчального процесу до вирішення загальних освітніх завдань на основі світоглядного узагальнення знань. Така інтеграція є одним із цікавих і важливих напрямів удосконалення сучасного процесу навчання.

Результати використання ВМОК у процесі навчання проявляється в розвитку творчого мислення студентів, яке сприяє інтенсифікації, систематизації, оптимізації навчально-пізнавальної діяльності. Інформаційне суспільство ставить перед всіма типами навчальних закладів завдання підготовки випускників, здатних:

гнучко адаптуватися в мінливих життєвих ситуаціях, самостійно здобуваючи необхідні знання, уміло застосовувати їх на практиці для вирішення різноманітних виникаючих проблем, щоб протягом всього життя мати можливість знайти своє місце;

самостійно критично мислити, вміти побачити виникаючі в реальній дійсності проблеми й шукати шляхи раціонального їх вирішення, використовуючи сучасні технології; чітко усвідомлювати, де і яким чином знання, що здобуваються ними, можуть бути застосовані в практичній площині; бути здатними генерувати нові ідеї, творчо мислити;

грамотно працювати з інформацією, вміти збирати необхідні для вирішення певної проблеми факти, аналізувати їх, висувати гіпотези вирішення проблем, робити необхідні узагальнення, зіставлення з аналогічними або альтернативними варіантами рішення, встановлювати статистичні закономірності, робити аргументовані висновки, застосовувати отримані знання для виявлення й вирішення нових проблем;

бути комунікабельними, контактними в різних соціальних групах, уміти працювати спільно в різних областях, у різних ситуаціях, запобігаючи або вміло виходячи з будь-яких конфліктних ситуацій;

самостійно працювати над розвитком власної моральності, інтелекту, культурного рівня.

Замість парадигми навчання, прийнятої ще в XIX ст. : (викладач – система засобів навчання – учень) потрібна нова (учень – інтегроване предметно-інформаційне середовище – викладач). На погляд авторів, інтеграція ВМОК із навчальної дисципліни "Інформатика та комп'ютерна техніка" у єдиний інформаційний освітній простір спеціальності разом із упровадженням нових педагогічних технологій дозволить вирішити поставлені завдання:

- сприяти фундаменталізації знань;
- формувати нове предметно-орієнтоване мислення;
- розвивати творчі якості особистості;
- підвищувати в цілому професійний рівень фахівця.

На думку авторів, в основу процесу інтеграції ВМОК навчальної дисципліни "Інформатика та комп'ютерна техніка" у єдиний інформаційний освітній простір спеціальності повинні бути покладені такі базові положення:

інтеграції повинна здійснюватися на основі принципів системного підходу й обліку специфіки матеріалу навчальних дисциплін;

варто дотримуватися системи модульного вивчення дисциплін у рамках використання єдиного освітнього простору, за якої формується ядро освіти на базі фундаментальних правил побудови ВМОК, а також закладаються основи предметно-орієнтованого мислення з використанням нових способів доставки навчальних матеріалів, поряд зі здатністю аналізувати й застосовувати нові інформаційні технології;

предметно-змістовна інформація ВМОК навчальної дисципліни "Інформатика та комп'ютерна техніка" повинна бути орієнтована на формування інтегрального практичного знання, креативного мислення й професійне навчання студентів.

Інтеграція ВМОК навчальної дисципліни "Інформатика та комп'ютерна техніка" у єдиний інформаційний освітній простір спеціальності повинна здійснюватися на основі системного інтегрованого, аксіологічного й індивідуально-діяльного підходів.

Принципами відбору контенту ВМОК навчальної дисципліни "Інформатика та комп'ютерна техніка" є:

- логіко-наукова й професійна обумовленість змісту;
- інформаційна ємкість і прогностична цінність;

конструктивно-практична цінність;  
системність;  
інтеграція;  
модульність.

Принцип інформаційної ємкості означає, що матеріал ВМОК несе глибоку інформацію про основи композиції й дизайну різних об'єктів навколишнього світу, оскільки під час вивчення будь-якого об'єкта, процесу або явища, в першу чергу, виявляються й аналізуються найбільш характерні інформаційні аспекти.

Прогностична цінність ВМОК полягає в тому, щоб, осмисливши матеріал, на основі фактів висувати гіпотези вирішення професійних проблем, робити необхідні узагальнення, зіставлення з аналогічними або альтернативними варіантами рішення, встановлювати закономірності, робити аргументовані висновки й застосовувати їх для виявлення й вирішення нових проблем.

Системність у змісті ВМОК виражається в тому, що центром навчального процесу є подання про єдину наукову картину світу.

Інтеграція змісту – основний принцип процесу інтеграції ВМОК навчальної дисципліни "Інформатика та комп'ютерна техніка" у єдиний інформаційний освітній простір спеціальності. На його основі формується зміст суміжних навчальних дисциплін, він визначає інтегративну мету навчання – розширення теоретичних подань про роль і місце дисципліни "Інформатика та комп'ютерна техніка" у комплексі наук, досліджуваних у рамках оволодіння спеціальністю, підвищення рівня професійного мислення фахівців, виховання суспільно-активної творчої особистості, здатної бачити актуальні завдання й вирішувати їх.

Принцип модульності реалізується за рахунок використання модулів ВМОК – відкритої дидактичної одиниці змісту навчання, використовуваної як структурний компонент під час побудови програми навчання.

Розглянуті принципи інтеграції ВМОК навчальної дисципліни "Інформатика та комп'ютерна техніка" у єдиний інформаційний освітній простір спеціальності дозволяють вичленити критерії відбору основного навчального матеріалу:

критерій цілісного відображення в змісті ВМОК основ теорії інформаційних систем та технологій;

критерій наукової й практичної значимості змісту, що включається в інтегрований ВМОК, що поєднується наскрізними практичними проблемами;

критерій відповідності складності змісту інтегрованого ВМОК реальним можливостям студентів-іноземців;

критерій відповідності обсягу змісту ВМОК наявному часу на його вивчення.

У процесі проведення наукового дослідження була розроблена структурно-функціональна схема процесу інтеграції ВМОК навчальної дисципліни "Інформатика та комп'ютерна техніка" у єдиний інформаційний освітній простір спеціальності (рис. 6.1).

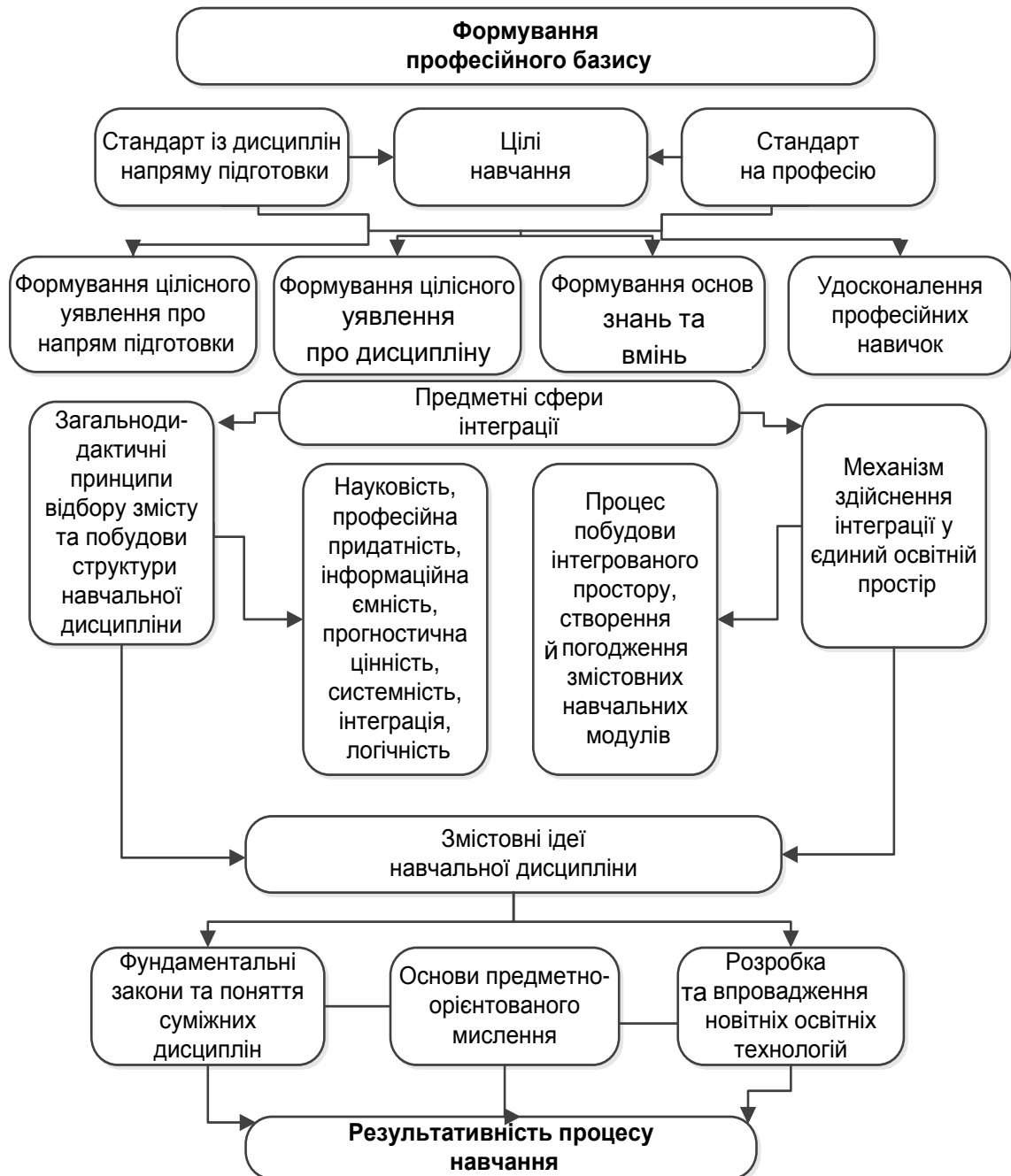


Рис. 6.1. Структурно-функціональна схема процесу інтеграції ВМОК навчальної дисципліни "Інформатика та комп'ютерна техніка" у єдиний інформаційний освітній простір спеціальності



Як показано на структурній моделі (див. рис. 6.1.) системотворчим фактором інтеграції є цілі навчання: формування цілісного предметно-орієнтованого мислення, що припускає формування інтегративно-цілісного мислення, практичного світогляду, основ наукових знань і вмінь, удосконалювання професійної підготовки. У контексті цих цілей визначені завдання навчання, виховання й розвитку студентів-іноземців в рамках використання ВМОК – завдання загального й професійного навчання, у тому числі теоретичної, практичної, професійної підготовки.

Вирішення зазначених завдань досягається розробленою інноваційною структурою ВМОК, у якому цільові установки реалізуються шляхом:

формування системи фундаментальних понять цільової дисципліни на основі базових законів теорії інформації, концептуальних засад інформаційних систем та технологій;

формування основ креативного мислення на базі використання відомих і розробки нових управлінських рішень;

аналізу й розробки ефективних управлінських прийомів.

Результатом процесу інтеграції ВМОК навчальної дисципліни "Інформатика та комп'ютерна техніка" з побудовою єдиного інформаційного освітнього простору буде сформованість у іноземних студентів базових знань і вмінь, цілісне професійне мислення, уміння самостійно працювати з інформацією, досвід експериментальної й науково-дослідної роботи.

Планування й проведення процесу розробки та інтеграції було здійснено відповідно до завдань і цілей дослідження на підставі наявного практичного досвіду викладання дисципліни "Інформатика та комп'ютерна техніка" у Харківському національному економічному університеті імені Семена Кузнеця.

Апробація ВМОК навчальної дисципліни "Інформатика та комп'ютерна техніка" проводилася в 2013 – 2014 навчальному році без зміни навчальної програми дисципліни, шляхом введення в програму підготовки часу на роботу з ВМОК. У здійсненні дослідження з виявлення педагогічної ефективності запропонованої моделі інтеграції взяли участь іноземні студенти 1 року навчання напряму підготовки "Менеджмент".

Наприкінці дослідження було проведене опитування, що ставило завданням вивчення ефективності процесу інтеграції ВМОК навчальної дисципліни "Інформатика та комп'ютерна техніка" у єдиний інформаційний освітній простір спеціальності. В результаті анкетування було визначене ставлення іноземних студентів до використання ВМОК у навчанні,

рівень їх інформованості про них, ступінь використання інтегративних технологій, труднощі під час здійснення навчальної діяльності з використанням нових освітніх інструментів. В анкетуванні брали участь іноземні студенти 1 року навчання напряму підготовки "Менеджмент". Сама анкета наведена у додатку А.

Аналіз результатів опитування студентів показав, що тільки 23 % всіх опитаних використовували ВМОК регулярно, переважна ж більшість – випадково, як допоміжний засіб засвоєння аудиторного матеріалу, і, нарешті, 6 % ніколи не спиралися на нього у навчальному процесі. З'ясувалося, що принцип навчання з використанням ВМОК легко вписується в аудиторні лекційні заняття з навчальної дисципліни "Інформатика та комп'ютерна техніка (60 % респондентів визначили його використання цікавим), рідше його використовують студенти на лабораторних заняттях, не використовують в основному для виконання домашніх завдань (20 %). Зв'язування студентами матеріалу аудиторних занять з матеріалом ВМОК здійснювалося епізодично.

По-різному ставляться іноземні студенти до постійного застосування ВМОК у процесі навчання:

26 % – схвалюють включення використання ВМОК у поурочні й тематичні плани;

8 % – вважають за необхідне попереднє вивчення й аналіз навчального матеріалу з використанням ВМОК;

11 % – координують час вивчення суміжних тем;

27 % – на основі повторення опорних знань виконують домашні завдання;

15 % – схвалюють завдання інтенсивного змісту, пропоновані в рамках ВМОК;

13 % – використовують підручники й посібники з системних елементів курсу, наведені в ВМОК.

Визнаючи доцільність подальшого розвитку інтеграції ВМОК із навчальної дисципліни "Інформатика та комп'ютерна техніка" у єдиний освітній простір спеціальності здається необхідним виробити єдиний підхід і спадковість у формуванні загальнонаукових понять і узагальнених умінь і навичок; погоджувати цей процес у часі; усунути дублювання під час вивчення однакових питань. Вирішувати поставлені завдання можливо тільки на основі планомірної й цілеспрямованої роботи, вивчення методичних посібників і розробок викладачів суміжних предметів напряму підготовки.

З урахуванням статистики можна зробити висновок, що питання інтеграції ВМОК із навчальної дисципліни "Інформатика та комп'ютерна техніка" у єдиний освітній простір спеціальності є актуальним.

На початковому етапі дослідження було проведено планове тестування іноземних студентів 1 року навчання напряму підготовки "Менеджмент" в першому семестрі 2013 – 2014 навчального року з навчального матеріалу, що студенти вивчили на курсі "Інформатика та комп'ютерна техніка" без використання ВМОК.

Дане тестування показало, що студенти досить добре володіють поняттями навчальної дисципліни, знають ряд законів і правил ІС та технологій, однак не всі питання розглядаються з погляду предметно-орієнтованого мислення, не завжди розуміється значення правил і спеціальних дидактичних методик для вирішення актуальних проблем професійної діяльності. Так, для якісного засвоєння окремих тем не вистачає базової підготовки в рамках аудиторного часу навчання.

Підсумкові результати тестування можна подати у вигляді кругової діаграми (рис. 6.2). Число променів у діаграмі визначено модульними одиницями структури навчального курсу.

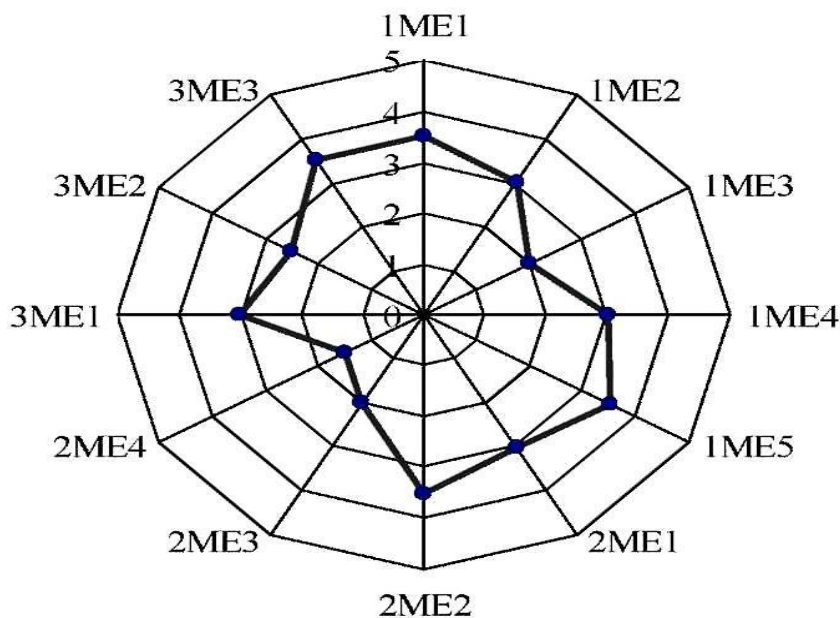


Рис. 6.2. Рівень знань з навчальної дисципліни до використання ВМОК із дисципліни "Інформатика та комп'ютерна техніка"

На рис. 6.2: 1МЕ1 – перша модульна одиниця 1 модуля; 1МЕ2 – друга модульна одиниця 1 модуля й т. д.

Довжина променя (радіус окружності) визначена рівнем сформованості знань і вмінь відповідно до оцінок п'ятибальної системи.

Незадовільний – 1 і 2 рівень, характеризується тим, що студент не знає цілого ряду правил і законів, не вміє проаналізувати конкретну ситуацію й не розуміє значимість практичних проблем, не виявляє здібності до переносу засвоєних знань, не може застосовувати їх під час розгляду конкретних проблем професійної діяльності ( $0 < K_3 < 0,5$ , де  $K_3$  – коефіцієнт засвоєння навчального матеріалу).

Задовільний – 3 рівень, характеризується тим, що студент задовільно засвоїв основи навчальної дисципліни, однак не завжди може використовувати теоретичні знання для пояснення й вирішення конкретних проблем професійної діяльності ( $0,5 < K_3 < 0,75$ ).

Гарний – 4 рівень, характеризується тим, що студент добре засвоїв досліджуваний матеріал, добре розуміє міжпредметні й міждисциплінарні зв'язки, використовує їх у процесі вирішення практичних завдань, виявляє цікавість до самоосвіти ( $0,75 < K_3 < 0,95$ ).

Відмінний – 5 рівень, характеризується тим, що студент глибоко й повно засвоїв знання навчальної дисципліни, вміє творчо застосовувати їх, керується ними під час оцінювання нових явищ, під час вирішення конкретних проблем. Студент активно займається самоосвітою й прагне вдосконалювати способи добування знань. Засвоєні знання студент використовує для постановки актуальних завдань і їх вирішення, має навички експериментальної й науково-дослідної роботи ( $0,95 < K_3 < 1$ ).

На наступному етапі дослідження було проведене тестування іноземних студентів 1 року навчання напряму підготовки "Менеджмент" в другому семестрі 2013 – 2014 навчального року з навчального матеріалу, що студенти вивчили на курсі "Інформатика та комп'ютерна техніка" з використанням ВМОК.

У процесі тестування вирішувалися такі завдання:

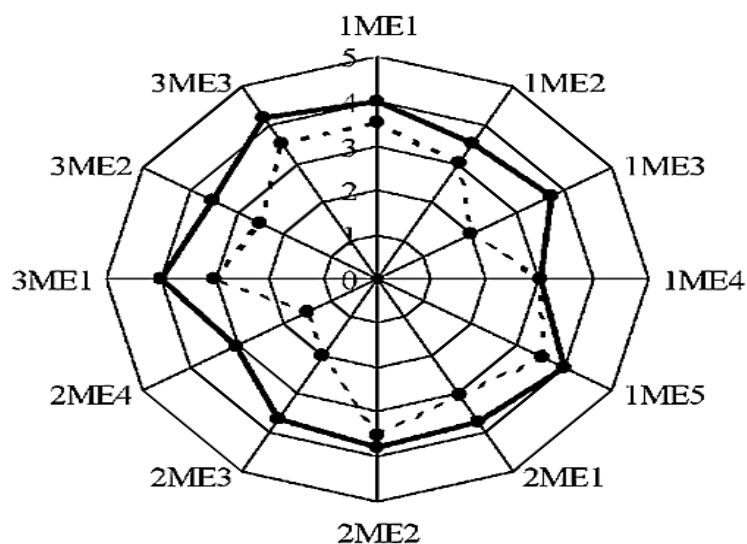
оцінити вплив ВМОК на процес формування теоретичних і практичних навичок відповідно до розроблених рівнів сформованості знань і вмінь студентів;

провести узагальнюючий аналіз результатів дослідження і їх обробку за допомогою методів математичної статистики.

Для контролю й оцінки рівня сформованості знань і вмінь студентів застосовувалися вхідний, поточний й підсумковий контролю з застосуванням тестових завдань, контрольних робіт і індивідуальних проектних завдань.

У процесі виконання контрольного завдання студенти повинні були не просто відтворити вивчене, а виразити розуміння питання, показати вміння застосовувати факти, закони, теорії в новій ситуації, порівнюючи, класифікуючи, узагальнюючи й систематизуючи їх, роблячи висновки з готового або самостійно знайденого рішення.

Аналізуючи результати тестування іноземних студентів після вивчення ними навчальної дисципліни "Інформатика та комп'ютерна техніка" з використанням ВМОК був зроблений висновок про те, що рівень знань і вмінь порівняно з попереднім тестуванням у першому семестрі став вище, студенти грамотніше й технічніше відповідають на поставлені запитання з погляду предметно-орієнтованого мислення, показують вміння застосовувати факти, закони, теорії в новій ситуації, використовувати міжпредметні й міждисциплінарні зв'язки в процесі вирішення конкретних проблем. На рис. 6.3 наведено кругову діаграму, що дає порівняльну характеристику сформованості знань і вмінь до й після використання ВМОК із навчальної дисципліни "Інформатика та комп'ютерна техніка".



**Рис. 6.3. Порівняльний аналіз рівня знань із навчальної дисципліни до й після використання ВМОК з дисципліни "Інформатика та комп'ютерна техніка"**

На рис. 6.3: 1 – тест, проведений до використання ВМОК; 2 – тест, проведений після використання ВМОК.

Аналізуючи діаграму, можна дійти висновку, що вивчення навчальної дисципліни "Інформатика та комп'ютерна техніка" іноземними студентами з використанням ВМОК дає явний позитивний результат. Практично за всіма модульними одиницями цільового навчального курсу спостерігається більш глибоке засвоєння навчального матеріалу. Студенти керуються ним під час оцінювання нових явищ, вирішенні конкретних проблем з позиції предметно-орієнтованого мислення.

Результати проведеного дослідження результату використання ВМОК із навчальної дисципліни "Інформатика та комп'ютерна техніка" в процесі навчання і його інтеграція в єдиний інформаційний освітній простір спеціальності дозволили зробити такі висновки.

Результати практичного застосування ВМОК показали, що на початкових етапах його використання викликає деякі ускладнення для студентів, матеріали комплексу не завжди використовуються студентами в процесі навчання. Для якісного засвоєння окремих тем не вистачає навичок самостійної роботи з інформаційним ресурсом, не завжди розуміється значення ВМОК у процесі навчання.

Запропонована модель інтеграції веб-базованих мультимедійних освітніх комплексів навчальної дисципліни "Інформатика та комп'ютерна техніка" у єдиний інформаційний освітній простір спеціальності й модульна технологія його реалізації показали, що використання інтегрованої інформації з курсу формує предметно-орієнтоване мислення, показує місце дисципліни в інтелектуальній і практичній діяльності фахівця й закладає основи для більш глибокої професійної підготовки.

Використовуючи якісний і кількісний аналізи результатів, отриманих у контрольних групах, а також рівнів сформованості знань і вмінь іноземних студентів до початку дослідження й після його закінчення, їх статистична обробка дозволили зробити досить обґрунтовані висновки про позитивний вплив ВМОК навчальної дисципліни "Інформатика та комп'ютерна техніка" на якість теоретичних знань і практичних умінь іноземних студентів, на розвиток у них творчих здатностей й навичок самостійної навчальної діяльності.

## Висновки

Система вищої освіти в Україні за своїм конкурентним статусом поступається системам багатьох країн із різним рівнем економічного розвитку, однак має значний потенціал для нарощування своєї конкурентоспроможності і суттєві передумови для становлення глобально конкурентоспроможних університетів.

У розділах монографії було вирішено такі завдання:

1. Розглянуто і проаналізовано особливості моделювання елементів процесу навчання з використанням систем дистанційного навчання.

2. Виконано аналіз й обґрунтовано вимоги до визначення компетентності в системі дистанційного навчання, формалізовано дискретні інформаційні потоки та маршрути їх просування в системі.

3. Обґрунтовано вибір параметрів і розроблено математичні моделі оцінки стану інформаційної підсистеми.

4. Обґрунтовано критерії ефективності функціонування інформаційної підсистеми системи дистанційного навчання.

5. Розроблено математичні моделі протоколів обміну інформації між центрами обробки інформації в системі дистанційного навчання.

6. Розроблено математичні моделі обробки інформації в системі дистанційного навчання на базі функції корисності приватних критеріїв з адаптивними параметрами.

7. Розглянуто питання багатофакторного оцінювання ефективності обраних компетентностей.

8. Проаналізовано моделі, у яких розглядається процес навчання тільки з погляду взаємодії особи, що навчається з комп'ютеризованою системою, тобто особа, що навчається розглядається тільки як користувач ПК.

9. Розглянуто теоретико-інформаційні моделі, в основу яких покладене застосування інформаційної міри, а також підхід до моделювання сучасних систем навчання у виді алгебраїчної системи.

10. Створено інструментальні засоби контролю.

11. Виконано модифікацію методологічних положень ідеографічного підходу, що дозволило використовувати його під час синтезу й адаптації програмних засобів контролю.

12. Модифіковано положення ідеографічного підходу, що використані у ході розробки процедури формування адаптивних програмних засобів контролю.

13. Розроблено моделі структурних і параметричних змін в умовах адаптації інструментальних засобів контролю до структурних і параметричних змін у підсистемі контролю.

14. Розглянуто оцінювання компетенцій окремої дисципліни, що дозволяє виявити слабкі сторони в системі викладання та у подальшому прийняти заходи щодо їх поліпшення.

15. Запропоновано модель інтеграції ВМОК навчальної дисципліни "Інформатика та комп'ютерна техніка" у єдиний інформаційний освітній простір спеціальності.

Таким чином, вирішені завдання дозволять дослідити рівень кваліфікації випускників вищих навчальних закладів різних спеціальностей. Таке дослідження на національному рівні сприяє підвищенню конкуренції між ВНЗ, покращенню методів викладання та вдосконаленню інформаційних технологій.



## Використана література

1. Александров А. Г. Оптимальные и адаптивные системы : [учеб. пособ. для вузов по спец. "Автоматика и упр. в техн. системах"] / А. Г. Александров. – М. : Высшая школа, 1989. – 263 с.
2. Батищев Д. И. Методы оптимального проектирования / Д. И. Батищев. – М. : Радио и связь, 1984. – 248 с.
3. Безрук В. М. Методы решения многокритериальных задач оптимизации информационных систем / В. М. Безрук // Радиоэлектроника и информатика. – 1999. – № 2. – С. 63–68.
4. Бескоровайный В. В. Идентификация аддитивных моделей многокритериального выбора решений / В. В. Бескоровайный // Радиоэлектроника и информатика. – 1998. – № 3. – С. 53–56.
5. Брукинг А. Экспертные системы. Принципы работы и примеры. / А. Брукинг, П. Джонс ; пер. с англ. [под ред. Р. Форсайта]. – М. : Радио и связь, 1987. – 224 с.
6. Бурдаев В. П. Модель функциональной системы динамической предметной области / В. П. Бурдаев // Искусственный интеллект. – 2011. – № 3. – С. 439–448.
7. Бурдаев В.П. Методика разработки баз знаний на основе системы "КАРКАС" / В. П. Бурдаев // Искусственный интеллект. – 2007. – № 3. – С. 70–80.
8. Бурдаев В. П. Моделі баз знань / В. П. Бурдаєв. – Х. : Вид. ХНЕУ, 2010. – 300 с.
9. Бурдаев В. П. Лабораторний практикум "Системи штучного інтелекту" / В. П. Бурдаєв, Т. В. Донченко. – Х. : Вид. ХНЕУ, 2009. – 152 с.
10. Бурдаев В. П. Системи навчання з елементами штучного інтелекту. / В. П. Бурдаєв – Х. : Вид. ХНЕУ, 2010. – 400 с.
11. Гаврилова Т. А. Базы знаний интеллектуальных систем / Т. А. Гаврилова, В. Ф. Хорошевский. – СПб. : Питер, 2000. – 384 с.
12. Городецкий В. И. Самоорганизация и многоагентные системы. Модели многоагентной самоорганизации / В. И. Городецкий // Известия РАН "Теория и системы управления". – 2012. – № 2. – С. 92–120.
13. Гребенник И. В. Модели синтеза структур систем контроля в распределенных системах / И. В. Гребенник, С. В. Кузьменко // Вестник Херсонского национального технического университета. – 2005. – № 1 (21). – С. 340–345.

14. Гуськова Н. Д. Управління якістю освітньої діяльності. Вип. 2 / Н. Д. Гуськова, Є. А. Неретина. – Саранськ, 2003.
15. Даймер Дж. Многоцелевое программирование с использование человеко-машинных процедур / Дж. Даймер // Вопросы анализа и процедуры принятия решений. – М. : Мир, 1978. – С. 108–125.
16. Денисов В. Г. Человек в мире машин / В. Г. Денисов, А. В. Скрипец. – К. : Наукова думка, 1983. – 216 с.
17. Джексон П. Введение в экспертные системы : учеб. пособ. / П. Джексон ; пер. с англ. – М. : Изд. дом "Вильямс", 2001. – 624 с.
18. Еремеев А. П. Логика ветвящегося времени и ее применение в интеллектуальных системах поддержки принятия решений, А. П. Еремеев // Десятая национальная конференция по искусственному интеллекту с междунар. участием КИИ-2006: Труды конф. В 3-х томах. – М. : Физматлит, 2006. Т. 3.
19. Исканедрова Ф. В. Видеолекции как элемент применения телекоммуникационных технологий в учебном процессе / Ф. В. Искандерова, Д. Т. Байгундинова // Вестник Казахстанско-Американского свободного университета (КАСУ). – № 1. – 2005. – С. 54–59.
20. Исследование операций: в 2-х томах / [под ред. Дж. Моудера, С. Элмаграби] ; пер. с англ. – М. : Мир, 1981. – Т. 1: Методологические основы и математические методы. – 712 с.
21. Керного Л. А. Автоматизация управления производственными процессами для комплексно-автоматизированных участков с ЧПУ / Л. А. Керного, Т. М. Явид // Проблемы создания производственно-технологических АСУ в дискретном производстве. – М. : ЦНИИТУ, 1980. – С. 5–11.
22. Козелецкий Ю. Психологическая теория решений / Ю. Козелецкий. – М. : Прогресс, 1979. – 504 с.
23. Кузьменко В. М. Основы функционирования АСРК - РП. Контроль и статистика прохождения почты / В. М. Кузьменко, С. В. Кузьменко, А. В. Азаренков // Зв'язок. – 2005. – № 3. – С. 45–49.
24. Кузьменко В. М. Модели и средства контроля прохождения материальных объектов в иерархических системах / В. М. Кузьменко, С. В. Кузьменко // Прикладная радиоэлектроника. – 2004. – Т. 3, № 3. – С. 43–47.

25. Кузьменко В. М. Инструментальное средство имитационного моделирования информационно-технологических систем / В. М. Кузьменко, Ю. В. Шульга // АСУ и приборы автоматики. – 2002. – № 120. – С. 51–55.

26. Кузьменко В. М. Інформаційна технологія імітаційного моделювання на основі ідеографічного підходу / В. М. Кузьменко // Надійність інструменту та оптимізація технічних систем. – 1999. – Вип. 9. – С. 64–70.

27. Кузьменко В. М. Математическая модель проектирования структуры технологического процесса при параллельно-последовательной организации работ / В. М. Кузьменко, А. В. Азаренков, К. О. Третьякова // Вестник Херсонского национального технического университета. – Х. : ХНТУ. – 2006. – № 1(24). – С. 376–379.

28. Кузьменко В. М. Метод выбора информационной технологии получения сопроводительных документов / В. М. Кузьменко, Л. Ф. Ненько // Зв'язок. – 2000. – № 6. – С. 44–46.

29. Кузьменко В. М. Система управления экспедиционными предприятиями на основе встроенной имитационной системы / В. М. Кузьменко, Л. Ф. Ненько // АСУ и приборы автоматики. – 2000. – № 113. – С. 30–35.

30. Кузьменко В. М. Спеціальні мови програмування. Програмні та інструментальні засоби моделювання складних систем : [навч. посіб.] / В. М. Кузьменко. – Х. : ХНУРЕ, 2000. – 324 с.

31. Кузьмин И. В. Оценка эффективности и оптимизация АСКУ / И. В. Кузьмин. – М. : Сов. радио, 1971. – 296 с.

32. Ларичев О. И. Наука и искусство принятия решений / О. И. Ларичев. – М. : Наука, 1979. – 200 с.

33. Ларичев О. И. Человеко-машинные процедуры принятия решений / О. И. Ларичев. // Автоматика и телемеханика. – 1971. – № 12. – С. 130–142.

34. Мацнев В. Н. Организация, планирование и АСУ предприятий почтовой связи : учебник [для вузов] / В. Н. Мацнев, А. Ф. Тихонов, А. Ф. Сайфутдинов. – М. : Радио и связь, 1985. – 320 с.

35. Методы и средства принятия решений в социально-экономических и технических системах : [учеб. пособ.] / Э. Г. Петров, М. В. Новожилова, И. В. Гребенник и др. ; под общ. ред. Э. Г. Петрова. – Х. : ОЛДИ-плюс, 2003. – 380 с.

36. Овезгельдыєв А. О. Синтез и идентификация моделей многофакторного оценивания и оптимизации / А. О. Овезгельдыєв, Э. Г. Петров, К. Э. Петров. – К. : Наукова думка, 2002. – 164 с.

37. Овезгельдыев А. О. Системологический анализ проблемы многокритериальной оптимизации / А. О. Овезгельдыев // АСУ и приборы автоматики. – 1997. – № 106. – С. 48–55.
38. Опарина Н. М. Адаптивное тестирование : учеб.-метод. пособ. / Н. М. Опарина, Г. Н. Полина, Р. М. Файзулин и др. ; под ред. Н. М. Опарина. – Хабаровск : Изд. ДВГУПЗ, 2007. – 95 с.
39. Осипов Г. С. Динамические интеллектуальные системы / Г. С. Осипов // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2008. – № 1. – С. 47–54.
40. Панченко А. А. Разработка тестов. Часть 1. Конструирование тестов: методические указания для преподавателей ДВГУПЗ по конструированию и статистической обработке тестов // А. А. Панченко. – Хабаровск, 2000. – 17 с.
41. Петров Е. Г. Методи і засоби прийняття рішень у соціально-економічних системах / Е. Г. Петров, М. В. Новожилова, І. В. Гребеннік ; під ред. Е. Г. Петрова. – К. : Техніка, 2004. – 256 с.
42. Петров Э. Г. Формирование функций полезности частных критериев в задачах многокритериального оценивания / Э. Г. Петров, В. В. Бескорвайный, В. П. Пискалова // Радиоэлектроника и информатика. – 1997. – № 1. – С. 71–73.
43. Петров Э. Г. Территориально-распределенные системы обслуживания / Э. Г. Петров, В. П. Пискалова, В. В. Бескорвайный. – К. : Техніка, 1992. – 208 с.
44. Полат У. С. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования / У. С. Полат. – М., 2005. – С. 4.
45. Пономаренко В. С. Проблемы подготовки компетентных экономистов и менеджеров в Украине / В. С. Пономаренко. – Х. : ИД "ИНЖЭК", 2012. – 346 с.
46. Рассел С. Искусственный интеллект: современный поход. / С. Рассел, П. Норвиг ; пер. с англ. – 2-е изд. – М. : ИД "Вильямс", 2006. – 1408 с.
47. Соболев И. М. Выбор оптимальных параметров в задачах со многими критериями / И. М. Соболев, Р. Б. Статников. – М. : Наука, 1981. – 110 с.
48. Соболев И. М. Выделение множества допустимых решений в многокритериальных задачах / И. М. Соболев, Р. Б. Статников // Проблемы и методы принятия решений в организационных системах управления : научн. техн. конф. тезисы докл. – М. : ВНИИСИ. – 1981. – С. 93.

49. Соболев И. М. Точки, равномерно заполняющие многомерный куб / И. М. Соболев. – М. : Знание, 1985. – 32 с.

50. Солнышков Ю. С. Обоснование решений / Ю. С. Солнышков. – М. : Экономика, 1980. – 168 с.

51. Теория и эксперимент в анализе труда операторов / [В. Ф. Венда, Б. Ф. Ломов, В. Хаккер, и др.] ; отв. ред. В. Ф. Венда, В. А. Вавилов. – М. : Наука, 1983. – 332 с.

52. Третьякова К. О. Проектирование оптимальной структуры технологического процесса в параллельно-последовательных системах / К. О. Третьякова, А. В. Азаренков // Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке: X межд. мол. форум. тезисы докл. – Х. : ХНУРЭ. – 2006. – С. 445.

53. Человек и вычислительная техника / [под ред. В. М. Глушкова]. – К. : Наукова думка, 1971. – 294 с.

54. Челышкова М. Б. Теория и практика конструирования педагогических тестов : учеб. пособ. / М. Б. Челышкова. – М. : Логос, 2002. – 432 с.

55. Baloian N. A. A teaching/learning approach to CSCL, N. A. Baloian, J. A. Pino, H.U. Hoppe // Proceedings of the 33rd Hawaii, International Conference on Systems Sciences., 2000. – 447–456 pp.

56. Kumar P., Student perceptions of virtual education: an exploratory study, Proceedings of the 2001 Information Resources Management Association International Conference, Toronto, Ontario, Canada, 2001.– 400 – 403 pp.

57. Ilioudi K. Investigating Differences among the Commonly Used Video Lecture Styles / K. Ilioudi, Michail N. Giannakos, Konstantinos Chorianopoulos // WAVE 2013 workshop at LAK' 13, 2013., April 8. Leuven, Belgium.

58. Piccoli G., Web-based virtual learning environments: a research framework and a preliminary assessment of effectiveness in basic IT skills training, G. Piccoli, R. Ahmad, B. Ives, MIS Quarterly 25(4), 2001. – 401–426 pp.

59. Instructional video in e-learning: Assessing the impact of interactive video on learning effectiveness // D. Zhang, Zhou L., R. Briggs, Information & Management 43, 2006. – 15–27 p.

60. Епоха "грінфілду" у освіті. Дослідження центру освітніх розробок Моковської школи управління [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://edugalaxy.intel.ru/index.php?act=attach&type=blogentry&id=17085>.

61. Єфремова Н. Ф. Тестовий контроль в освіті / Н.Ф. Єфремова [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://fictionbook.ru/author/nadejda\\_efremova/testoviyyi\\_kontrol\\_v\\_obrazovanii/read\\_online.html?page=1](http://fictionbook.ru/author/nadejda_efremova/testoviyyi_kontrol_v_obrazovanii/read_online.html?page=1).

62. Идеальная электронная лекция. Как? [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.twirpx.com/topic/595/>.

63. Лысов А. Н. Разработка электронных лекций по техническим дисциплинам : учеб. пособ. / А. Н. Лысов, А. А. Лысова. – Челябинск : ЮУрГУ, 2008. – 54 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://instrcon.susu.ac.ru/lekciy.pdf>.

64. Міський методичний центр [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://mosmetod.ru/metodicheskoeoprostranstvo/muzyka/metodicheskie-materialy/formirovanie-obrazovatelnoj-kompetentnosti-uchashchikhsya.html>.

65. Плюси та мінуси навчання з відео [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://reshit.ru/plyusy-i-minusy-video-obucheniya-videoklipy-v-obuchenie>.

66. Сайт системи "КАРКАС". – Режим доступа : <http://it-karkas.com.ua>.

67. Baskerville P. Will Lecture-Style Teaching at Universities Become Obsolete? [Electronic resource] / Peter Baskerville. – Access mode : [http://www.huffingtonpost.com/quora/will-lecture-style-teachi\\_b\\_4175430.html](http://www.huffingtonpost.com/quora/will-lecture-style-teachi_b_4175430.html).

68. Learning in the 'Industrial Age' Vs 'Global Age' [Electronic resource]. – Access mode : <http://teacherpreneurs1.blogspot.com/2011/12/industrial-age-vs-global-agehere-is-my.html>.

69. Take the World's Best Courses, Online, For Free [Electronic resource]. – Access mode : <http://www.coursera.org>.

# Додатки

Додаток А

## АНКЕТА

**оцінювання якості технологічного виконання й інформаційного наповнення ВМОК із дисципліни "Інформатика та комп'ютерна техніка"**

***Шановний респондент!***

Вашій увазі пропонується анкета, питання якого спрямовані на оцінювання якості ВМОК із навчальної дисципліни "Інформатика та комп'ютерна техніка".

Ваші відповіді на питання анкети допоможуть краще дізнатися, наскільки ефективно розроблювачами дидактичного комплексу був реалізований підхід до його технологічного виконання й інформаційного наповнення з метою забезпечення необхідного рівня оволодіння навчальною дисципліною "Інформатика та комп'ютерна техніка" іноземними студентами.

Для відповіді на питання анкети варто обвести цифру ліворуч від обраного вами варіанта відповіді, або проставити необхідний бал для питань, заданих параметром (1 – незадовільно, 5 – відмінно).

***Бажаємо Вам успіху й сподіваємося на плідне співробітництво!***

1	Оцініть за п'ятибальною шкалою відповідність змісту ВМОК Вашим очікуванням _____ балів
2	Чи вважаєте ви актуальною інформацію, наведену в ВМОК: 1) так; 2) ні; 3) переважно так; 4) переважно ні?
3	Чи відповідає зміст ВМОК програмі навчального курсу: 1) так; 2) ні; 3) є невідповідності?
4	Оцініть за п'ятибальною шкалою новизну отриманої в результаті використання ВМОК інформації _____ балів

## Продовження додатка А

5	Чи була зрозумілою технологія вивчення наведеного в ВМОК матеріалу: 1) так; 2) ні?
6	Оцініть за п'ятибальною шкалою практичну цінність матеріалу, наведеного в ВМОК, застосовність його у вашій майбутній професійній діяльності  _____ балів
7	Змогли б ви внести пропозиції щодо підвищення результативності вашої навчальної діяльності з використанням ВМОК: 1) так; 2) ні; 3) не бачу необхідності?
8	Оцініть за п'ятибальною шкалою, наскільки навчання з використанням ВМОК сприяло кращому засвоєнню навчального матеріалу  _____ балів
9	Чи вважаєте ви ефективним використання різних методів подання навчального матеріалу в ВМОК: 1) так; 2) ні; 3) переважно так; 4) переважно ні?
10	Оцініть за п'ятибальною шкалою доступність для сприйняття навчального матеріалу ВМОК із погляду електронної форми його подання  _____ балів
11	Які розділи ВМОК ви вважаєте найбільш корисними: 1) лекції; 2) практичні заняття; 3) семінарські заняття; 4) проблемні питання; 5) портфоліо студентів; 6) Інші (укажіть які) _____ ?
12	Які форми контролю, наведені в ВМОК, ви вважаєте найбільше вдало реалізованими: 1) тести; 2) курсова робота/реферат; 3) завдання лабораторних робіт; 4) інше _____ ?



Продовження додатка А

13	<p>ВМОК становить для мене інтерес із погляду способу викладання/навчання:</p> <p>1) повністю згодний;                  2) скоріше згодний;                  3) у чомусь згодний, у чомусь ні;                  4) скоріше не згодний;                  5) зовсім не згодний.</p>
14	<p>Структура ВМОК забезпечує глибоке, всебічне вивчення курсу:</p> <p>1) повністю згодний;                  2) скоріше згодний;                  3) у чомусь згодний, у чомусь ні;                  4) скоріше не згодний;                  5) зовсім не згодний.</p>
15	<p>ВМОК дозволив мені ефективно використовувати час, виділений на вивчення курсу:</p> <p>1) так;                  2) ні;                  3) переважно так;                  4) переважно ні.</p>
16	<p>Активні методи навчання, наведені в ВМОК (презентації, відео- і аудіо- супровід тощо), застосовувалися раціонально:</p> <p>1) так;                  2) ні;                  3) переважно так;                  4) переважно ні.</p>
17	<p>Викладання дисципліни з використанням ВМОК стимулює інтерес і сприяє процесу навчання:</p> <p>1) повністю згодний;                  2) скоріше згодний;                  3) у чомусь згодний, у чомусь ні;                  4) скоріше не згодний;                  5) зовсім не згодний.</p>
18	<p>Матеріал курсу, представлений у ВМОК, викладений цікаво, у доступній для сприйняття формі:</p> <p>1) так;                  2) ні;                  3) переважно так;                  4) переважно ні.</p>

## Продовження додатка А

19	Використання ВМОК у процесі навчання є сучасним й відображає розмаїтість підходів до досліджуваного предмета: 1) повністю згодний; 2) скоріше згодний; 3) у чомусь згодний, у чомусь ні; 4) скоріше не згодний; 5) зовсім не згодний.
20	Використання ВМОК вирішило проблему забезпеченості студентів необхідною літературою за курсом (лекції, завдання для практичних робіт, статті, книги, посилання на електронні ресурси): 1) так; 2) ні; 3) переважно так; 4) переважно ні
21	Чи вважаєте ви підхід до альтернативного подання навчального матеріалу з використанням ВМОК актуальним: 1) так; 2) у чомусь так, у чомусь ні; 3) ні?
22	За п'ятибальною шкалою оцінювання як би ви оцінили в цілому ефективність викладання даного курсу з використанням ВМОК _____ балів?
23	Що б ви запропонували змінити в ВМОК: 1) структуру; 2) дизайн; 3) інформаційне наповнення; 4) інше _____?
24	Чи вважаєте ви, що ВМОК повністю забезпечує можливість вивчати курс дистанційно: 1) так; 2) ні; 3) переважно так; 4) переважно ні?
25	Чи дає головна сторінка ВМОК вичерпне подання про навчальну дисципліну: 1) так; 2) у чомусь так, у чомусь ні; 3) ні?

Продовження додатка А

26	<p>Чи забезпечує головна сторінка ВМОК залучення користувача в процес роботи з дидактичним комплексом:</p> <p>1) так; 2) ні; 3) переважно так; 4) переважно ні?</p>
27	<p>Оцініть за п'ятибальною шкалою такі твердження:</p> <p>1) ВМОК дає відповідь на питання: "Де я?" _____</p> <p>2) ВМОК дає уявлення про те, "що тут можна робити" _____</p> <p>3) ВМОК дає уявлення про те, "чому варто це робити саме тут?" _____</p> <p>4) ВМОК дає уявлення про те, "як це може допомогти мені?" _____</p> <p>5) У процесі роботи з ВМОК у мене не виникає питання: "Куди мені натиснути далі?" _____</p>
28	<p>Чи зберігається в ВМОК єдиний підхід до проектування навігації:</p> <p>1) так; 2) ні; 3) переважно так; 4) переважно ні?</p>
29	<p>Розділи ВМОК налаштовані зрозуміло й логічно розташовані:</p> <p>1) повністю згодний; 2) скоріше згодний; 3) у чомусь згодний, у чомусь ні; 4) скоріше не згодний; 5) зовсім не згодний.</p>
30	<p>Чи не заважають елементи дизайну ВМОК основному призначенню сторінок:</p> <p>1) так; 2) ні; 3) переважно так; 4) переважно ні?</p>
31	<p>Чи підходять матеріали ВМОК для швидкого перегляду в процесі вивчення:</p> <p>1) так; 2) у чомусь так, у чомусь ні; 3) ні?</p>
32	<p>Чи сприяє спосіб подання матеріалу в ВМОК швидкому визначенню його змісту:</p> <p>1) так; 2) ні; 3) переважно так; 4) переважно ні?</p>

## Закінчення додатка А

33	<p>Чи відповідає матеріал розділів ВМОК їх призначенню:</p> <p>1) так;                  2) у чомусь так, у чомусь ні;                  3) ні?</p>
34	<p>Чи забезпечує ВМОК зворотний зв'язок із викладачем навчальної дисципліни:</p> <p>1) так;                  2) ні;                  3) переважно так;                  4) переважно ні?</p>
35	<p>Оцініть за п'ятибальною шкалою швидкість завантаження сторінок ВМОК                  _____ балів</p>

# Зміст

Вступ.....	3
Термінологічний покажчик .....	6
Розділ 1. Аналіз і проблеми побудови систем дистанційного навчання.....	7
1.1. Опис та аналіз предметної області .....	7
1.2. Аналіз сучасного стану проблеми створення підсистем контролю .....	12
1.3 Аналіз проблем розвитку інформаційних технологій в навчальному процесі .....	24
1.3.1. Сучасний стан розвитку інформаційних технологій в навчальному процесі .....	24
1.3.2. Інтелектуальна компетентність .....	29
1.3.3. Комп'ютерне виявлення інтелектуальної компетентності за допомогою фільтрації бази знань.....	31
1.3.4. Формування інтелектуальної компетентності з інформатики в системі "КАРКАС" .....	35
Розділ 2. Розробка математичних моделей визначення компетентностей для навчальної дисципліни .....	58
2.1. Обґрунтування вимог до вибору необхідних компетентностей .....	58
2.1.1. Формалізація процесів формування інформаційних потоків.....	58
2.1.2. Обґрунтування параметрів підсистеми контролю компетентностей студентів.....	66
2.1.3. Математичні моделі оцінки підсистеми контролю компетентностей студентів.....	68
2.2. Розробка критеріїв ефективності вибору необхідних компетентностей для навчальної дисципліни "Інформатика" .....	73
2.3. Розробка протоколів обміну інформацією в системі дистанційного навчання .....	76
2.4. Розробка моделей обробки інформації в системі дистанційного навчання .....	84
2.5. Багатофакторне оцінювання ефективності використання обраних компетентностей .....	88
Розділ 3. Математичні моделі синтезу структури системи дистанційного навчання .....	93

3.1. Аналіз інформаційних вимог до системи дистанційного навчання.....	93
3.1.1. Педагогічні технології дистанційного навчання.....	94
3.1.2. Інформаційні технології дистанційного навчання .....	97
3.2. Теоретико-інформаційна модель процесу навчання .....	102
3.2.1. Модель процесу навчання на основі теорії автоматів ....	109
3.3. Розробка критеріїв оцінювання ефективності структури системи дистанційного навчання .....	116
3.4. Розробка моделі синтезу ефективної структури системи дистанційного навчання .....	131
Розділ 4. Синтез і адаптація інструментальних засобів контролю .....	138
4.1. Застосування ідеографічного підходу до подання підсистеми контролю .....	144
4.2. Процедура формування інструментальних засобів контролю на основі ідеографічного опису .....	148
4.3. Адаптація інструментальних засобів контролю до структурних і параметричних змін підсистеми контролю.....	152
4.3.1. Інформаційна технологія синтезу структури підсистеми контролю й адаптації засобів контролю .....	154
Розділ 5. Прикладні аспекти досліджень інформаційної технології в розподілених системах дистанційного навчання .....	157
5.1. Стандарт SCORM.....	162
5.2. Дистанційна освіта від <i>Coursera</i> .....	163
5.3. Методика оцінювання компетентностей студентів на дистанційних курсах.....	165
5.4. Складові частини електронних дистанційних курсів .....	167
5.5. Мультимедійні можливості подання теоретичних і практичних матеріалів .....	168
5.5.1. Критерії створення якісного відеоконтенту.....	170
5.5.2. Особливості використання відеоконтенту в заочному або дистанційному навчанні.....	175
5.5.3. Аудіо- та відеоматеріали як засіб набуття компетентностей .....	175
5.5.4. Активні методи навчання як альтернатива традиційним лекціям.....	176
5.6. Практичні аспекти створення тестових завдань.....	179
5.6.1. Обрання типу тестових завдань .....	179

5.6.2. Вибір умов тестування в дистанційному середовищі .....	182
5.7. Проблеми формування та необхідність оцінювання компетентності .....	185
5.7.1. Методологія проведення оцінювання .....	186
5.7.2. Аналіз набутих компетентностей .....	189
5.8. Аналіз результатів оцінювання.....	192
Розділ 6. Упровадження інформаційних технологій в навчальний процес .....	196
6.1. Значення та формування компетентностей в освіті.....	196
6.1.1. Освітня компетентність .....	196
6.1.2. Інновації в освіті .....	199
6.1.3. Інформаційні технології в освітній системі .....	200
6.2 Використання перспективних дидактичних інформаційних систем і технологій для викладання навчальної дисципліни "Інформатика та комп'ютерна техніка" іноземним студентам .....	203
Висновки.....	215
Використана література.....	217
Додатки.....	223

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

**Степанов Валерій Павлович**  
**Борозенець Ігор Олексійович**  
**Бурдаєв Володимир Петрович та ін.**

# **СИСТЕМА ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**Монографія**

*За загальною редакцією  
канд. техн. наук, професора Степанова В. П.*

Відповідальний за випуск *Степанов В. П.*

Відповідальний редактор *Оленич М. М.*

Редактор *Бутенко В. О.*

Коректор *Маркова Т. А.*

План 2015 р. Поз. № 6-Н.

Підп. до друку 30.11.2015 р. Формат 60 x 90 1/16. Папір офсетний. Друк цифровий.

Ум. друк. арк. 14,5. Обл.-вид. арк. 18,13. Тираж 500 пр. Зам. № 218.

---

Видавець і виготівник – ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 61166, м. Харків, просп. Леніна, 9-А

*Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру  
ДК № 4853 від 20.02.2015 р.*