

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ КІБЕРБЕЗПЕКИ, КОМП'ЮТЕРНОЇ ТА ПРОГРАМНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач випускової кафедри

_____ А.С. Савченко

«_ _ _» _____ 2020 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ

122 «КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ»

Тема: Дослідження методів і засобів оцінювання якості систем
дистанційного навчання

Виконавець: студент групи УС-211м Кривохатько Сергій Володимирович
(студент, група, прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник: к.т.н., доцент, Харченко Олександр Григорович
(науковий ступень, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

Нормоконтролер: _____ І.Е. Райчев
(підпис) (П.І.Б.)

Київ 2020

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет кібербезпеки, комп'ютерної та програмної інженерії

Кафедра комп'ютерних інформаційних технологій

Освітній ступінь: Магістр

Спеціальність: 122 «Комп'ютерні науки та інформаційні технології»
(шифр, найменування)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач випускової кафедри

_____ А.С. Савченко

« ____ » _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломної роботи студента

Кривохатська Сергія Володимировича

(прізвище, ім'я, по батькові)

- 1. Тема дипломної роботи:** Дослідження методів і засобів оцінювання якості систем дистанційного навчання
затверджена наказом ректора від 25.09.2019 р. № 2175/ст, № пор. 5
- 2. Термін виконання дипломної роботи:** з 14.10.2019 р. по 09.02.2020 р.
- 3. Вихідні дані до роботи:** Середовище виконання – найбільш популярні на даний час браузері (Google Chrome, Mozilla Firefox, Safari);
необхідна швидкість підключення до мережі Інтернет – не більше 1МВ/с
- 4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробці):**
Титульний аркуш; Завдання на виконання дипломної роботи; Реферат; Зміст; Вступ; Розділ 1; Розділ 2; Розділ 3; Висновки; Додаток А; Додаток Б; Список використаних джерел.
- 5. Перелік обов'язкового графічного матеріалу:** інформативні пояснювальні рисунки, презентація в *MS PowerPoint*.

6. Календарний план-графік

№ пор.	Етапи виконання дипломної роботи	Термін виконання	Підпис керівника
1.	Розроблення та затвердження календарного плану виконання дипломної роботи	14.10.2019	
2.	Підбір і вивчення літературних та інших джерел	15.10.2019-22.10.2019	
3.	Проведення консультацій з науковим керівником щодо виконання дипломної роботи	14.10.2019-09.02.2020	
4.	Підготовка та оформлення матеріалу за розділами 1, 2	23.10.2019-11.11.2019	
5.	Підготовка та оформлення матеріалу за розділами 3, 4	12.11.2019-30.11.2019	
6.	Проведення досліджень та опрацювання їх результатів	01.12.2019-31.12.2019	
7.	Оформлення пояснювальної записки та ілюстративного матеріалу	02.01.2020-28.01.2020	
8.	Підготовка до захисту та попередній захист дипломної роботи на випусковій кафедрі	29.01.2020-31.01.2020	
9.	Підписання необхідних документів у встановленому порядку та підготовка до захисту дипломної роботи в ЕК	31.01.2020	

7. Дата видачі завдання: 14.10.2019 р.

Керівник дипломної роботи _____ Харченко Олександр Григорович
(підпис керівника) (П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання _____ Кривохатко Сергій Володимирович
(ПІДПИС ВИПУСКНИКА) (П.І.Б.)

ПЕРЕЛІК ОСНОВНИХ УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ,
СИМВОЛІВ І СКОРОЧЕНЬ

БД	База Даних
ДН	Дистанційне навчання
ЕП	Електронний підручник
ЖЦ	Життєвий Цикл
ІЕПІ	Інтерактивний електронна технічна інструкція
ІС	Інформаційні Системи
КНС	Комп'ютерні навчальні системи
НМК	Навчально методичний комплекс
ПС	Програмні Системи
СДН	Система дистанційного навчання
ACID	Atomicity Consistency Isolation Durability
CASE	Computer Aided Software Engineering
DDL	Data Definition Language
DFD	Data Flow Diagram
ER	Entity Relations
MSF	Microsoft Solution Framework
PHP	Hypertext Preprocessor
QFD	Quality Function Deployment
RDD	Requirement Driven Design
RDL	Requirement Declaration Language
UML	Unified Modeling Language
XML	Extended Markup Language

АНОТАЦІЯ

Тема дипломної роботи: “ Дослідження методів і засобів оцінювання якості систем дистанційного навчання

Ключові слова: ЯКІСТЬ, ДИСТАНЦІЙНЕ НАВЧАННЯ, БАЗА ДАНИХ, ПРОГРАМНА СИСТЕМА, ОЦІНЮВАННЯ.

Основними завданнями дипломної роботи є дослідження сучасного стану методів, моделей та засобів оцінювання якості систем дистанційного навчання, виявлення їх недоліків, обґрунтування моделей якості систем дистанційного навчання, розробка методу і засобу оцінювання якості систем дистанційного навчання, які в комплексі дали б змогу уніфікувати критерії оцінювання та досягти кінцевої мети – забезпечити повноту та адекватність критеріїв оцінювання якості.

У першому розділі дипломної роботи проведено аналіз сучасного стану в області забезпечення якості систем дистанційного навчання, визначено особливості їх функціонування, досліджено стандарти і моделі якості систем дистанційного навчання та зроблено висновки щодо недосконалості підходів оцінювання якості систем дистанційного навчання та актуальності задач.

У другому розділі дипломної роботи визначено фактори впливу на якість систем дистанційного навчання, побудовано та обґрунтовано моделі якості опису систем дистанційного навчання, розроблено метод та алгоритм оцінювання якості таких систем. Це дало змогу більш повно та адекватно, в порівнянні з іншими моделями, в уніфікованій та стандартизованій формі представляти властивості систем дистанційного навчання.

У третьому розділі наведено порівняння критеріїв якості сучасних систем дистанційного навчання та розроблено засіб автоматизації підтримки процесу оцінювання якості систем дистанційного навчання.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1 СУЧАСНИЙ СТАН ДОСЛІДЖЕНЬ В ОБЛАСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ СИСТЕМ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ .	12
1.1. Аналіз особливостей побудови і функціонування систем дистанційного навчання	12
1.2. Дослідження стандартів і моделей якості систем дистанційного навчання	18
1.3. Аналіз факторів якості дистанційної освіти.....	22
1.3.1. Типи навчальних матеріалів, які використовуються при дистанційному навчанні.....	24
1.4. Стандартизація в області дистанційного навчання	26
1.4.1. Причини появи і призначення стандартів у галузі інформаційних технологій навчання.....	26
1.4.2. Аналіз специфікації IMS	28
1.4.3. Специфікації IEEE LTSC.....	32
1.4.4. Модель SCORM.....	32
1.5. Висновки до розділу	36
РОЗДІЛ 2 ПОБУДОВА МОДЕЛЕЙ ТА МЕТОДІВ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ СИСТЕМ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ.....	37
2.1. Визначення глобальних факторів впливу на якість систем дистанційного навчання	37
2.2. Визначення критеріїв якості вимог до систем дистанційного навчання	39
2.3. Визначення атрибутів характеристик якості систем дистанційного навчання	41
2.4. Побудова моделі якості систем дистанційного навчання.....	44
2.5. Дослідження та обґрунтування методів оцінювання якості систем дистанційного навчання	54
2.6. Обґрунтування алгоритму оцінювання якості систем дистанційного навчання	60

2.7. Висновки до розділу	66
--------------------------------	----

РОЗДІЛ 3 ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СИСТЕМ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ ТА ПРОГРАМНИЙ КОМПЛЕКС ОЦІНЮВАННЯ ЇХ ЯКОСТІ

3.1. Порівняльний аналіз систем дистанційного навчання та їх функціональних можливостей	67
3.2. Розробка архітектури CASE-засобу оцінювання якості систем дистанційного навчання	81
3.3. Висновки до розділу	85

ВСТУП

Актуальність теми. Для підготовки кваліфікованих спеціалістів у різних галузях освіти вимагають залучення значних ресурсів, використання потужної матеріально-технічної бази та інструкторів. В той же час, враховуючи обставини у галузі освіти і науки України, підвищити якість підготовки фахівців можна шляхом впровадження інтерактивних курсів на базі програмних засобів дистанційного навчання. При цьому важливим є вибір оптимальної платформи для створення матеріалів курсів, проведення моніторингу і тестування рівня знань тих, хто навчається.

Значний вплив на якість підготовки фахівців мають якість матеріалу (лекційного, лабораторного, тестовий контроль), якість інструкторів, які навчають студентів та якість програмної платформи, на базі якої інтерпретуються матеріали курсів.

Тому важливими завданнями галузі інформаційних технологій є розробка методів і засобів забезпечення якості систем дистанційного навчання як при їх проектуванні, так і при експлуатації. Гарантованим шляхом якості таких інформаційних систем (ІС) є інтеграція процесів оцінювання якості на початкових етапах проектування та впродовж усього існування ІС.

ІС вимірюється не лише кількістю компонентів архітектури, але й множиною варіантів функціональної поведінки системи в залежності від стану зовнішнього середовища та рядом нефункціональних вимог. До нефункціональних вимог належать вимоги щодо зручності використання, надійності, безпечності, продуктивності та інших. Причому об'єктивна недосконалість повного обсягу випробувань пов'язана з безліччю можливих сценаріїв експлуатації систем, семантичним навантаженням вихідної формалізованої інформації, що підлягає оперативній обробці в реальному часі, і безліччю функцій програмного забезпечення, що реалізує цю обробку.

Для підвищення якості ІС розроблено ряд вітчизняних та закордонних стандартів. Однак їх використання обмежується недосконалістю формального

представлення критеріїв якості, відсутністю стандартизованих процедур проведення процесу оцінювання якості та їх формального опису.

Дослідженню якості, програмних систем присвячено ряд наукових та науково-прикладних публікацій, як українських науковців, так і закордонних. У цих роботах досліджується якість програмних систем, пропонується ряд методів та моделей, що дають змогу підвищити адекватність відображення потреб замовника на реалізацію властивостей ПС, врахувати та забезпечити ряд додаткових характеристик якості. Однак комплексного підходу щодо оцінювання якості систем дистанційного навчання, який би давав змогу уніфікувати та кількісно виражати показники якості, а також формально описував процедуру оцінювання якості, у цих роботах не запропоновано.

На сучасному етапі розвитку систем дистанційного навчання оцінити їх якість досить складно, оскільки формальні методи оцінювання якості є недосконалими, не уніфікованими та корпоративними. А це породжує неоднозначність трактувань результатів відповідності реалізованих вимог потребам замовників. Тому актуальною науково-технічною задачею є дослідження якості систем дистанційного навчання (СДН), що вимагає розробки теоретично обґрунтованих методів та моделей оцінювання їх якості, які б дали змогу більш повно, в порівнянні з відомими моделями, адекватно та однозначно оцінити властивості дистанційної освіти. Окрім цього, актуальним є також розробка засобу автоматизації підтримки процесу оцінювання якості СДН.

Зв'язок із науковими програмами, планами, темами. Магістерська робота виконана відповідно до наукової тематики Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, кафедри комп'ютерних систем та мереж, зокрема результати дослідження використано у комплексному проекті ДІ 207-13 «Розробка, дослідження та впровадження методів і засобів контролю та управління якістю програмних продуктів» пріоритетного напрямку досліджень «Інформаційні та комунікаційні технології».

Мета і задачі дослідження. Мета роботи полягає у дослідженні методів і засобів оцінювання якості систем дистанційного навчання і розробці нових моделей, методів та алгоритмів представлення якості таких систем.

Для досягнення вказаної мети, в роботі поставлено та розв'язано наступні задачі:

- аналіз існуючих моделей і методів оцінювання якості систем дистанційного навчання;
- розробка моделей для опису критеріїв якості систем дистанційного навчання;
- розробка методу оцінювання якості засобів підтримки систем дистанційного навчання;
- розробка засобів автоматизації підтримки процесу оцінювання якості систем дистанційного навчання.

Об'єкт дослідження: процеси оцінювання якості систем дистанційного навчання.

Предмет дослідження: моделі, методи і засоби оцінювання якості систем дистанційного навчання.

Методи дослідження: Для вирішення поставлених задач використано наступні методи: аналіз та узагальнення – при проведенні аналізу існуючих методів і засобів оцінювання якості систем дистанційного навчання; формалізації та математичного моделювання – при побудові моделей якості систем дистанційного навчання; проектування та програмування – при автоматизації процесу оцінювання якості; експеримент та вимірювання – для апробації запропонованого методу і засобу для оцінювання якості систем дистанційного навчання.

Наукова новизна отриманих результатів. Наукова новизна полягає у вирішенні науково-практичної задачі оцінювання якості систем дистанційного навчання, при цьому одержано наступні результати:

- уперше, для загального випадку, обґрунтовано та побудовано моделі якості систем дистанційного навчання на базі формалізованих моделей якості з ієрархічною структурою, що дало змогу забезпечити більшу повноту критеріїв

якості, в порівнянні з відомими моделями, і врахувати рекомендації стандартів серії ISO 9000;

– уперше запропоновано метод оцінювання якості систем дистанційного навчання, що базується на використанні технології оцінювання якості ПС, і дає змогу адекватно відобразити потреби замовника на специфікацію вимог до систем дистанційного навчання;

– набули подальшого розвитку методи і засоби оцінювання якості систем дистанційного навчання на основі моделей якості стандартів ISO 9000, що дало змогу забезпечити якість проектування систем дистанційного навчання на стадіях ЖЦ.

Практичне значення одержаних результатів. Впровадження моделей, методу і засобу оцінювання якості систем дистанційного навчання дає змогу підвищити якість навчання студентів, а також забезпечити зручність формування навчальних і тестових матеріалів інструкторам курсів.

РОЗДІЛ 1

СУЧАСНИЙ СТАН ДОСЛІДЖЕНЬ В ОБЛАСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ СИСТЕМ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

1.1. Аналіз особливостей побудови і функціонування систем дистанційного навчання

До традиційних видів освіти в Україні належить очна та заочна форми навчання. До форм очної освіти належить денна (очна) та форми освіти. Їх особливостями є:

- навчальний процес, заснований на взаємодії між тим, хто навчається і тим, хто навчає;
- використовуються групові форми навчальних занять: лекція, семінар, лабораторна робота, практична робота, консультації, тощо;
- чітко заданий перелік дисциплін, що вивчаються;
- чітке кредитування навчального часу.

Заочна форма освіти розрахована на осіб, які вже здобули одну вищу освіту, працюють або з певних причин не можуть відвідувати заняття щоденно. Така форма навчання забезпечує:

- можливість отримання освіти незалежно від місця проживання;
- одночасного навчання за декількома спеціальностями;
- можливість отримання вищої освіти різними категоріями населення (непрацездатні, інваліди, жінки, які виховують дітей тощо);
- одночасне охоплення великої кількості студентів;
- навчання за власним графіком у міжсесійний період;
- можливість практично негайно застосовувати свої знання на практиці, не закінчивши навчання.

Однак з розвитком інформаційних технологій і географічною віддаленістю інструкторів навчальних курсів викладачів та студентів широкої популярності набуває такий вид освіти як дистанційне навчання.

В основі дистанційного навчання закладені принципи та особливості

традиційних форм навчання, окрім того, додані нові особливості, які полягають у використанні інтернет-технологій для доступу до навчальних матеріалів, інтерактивної взаємодії між студентами тощо.

Так, принцип спрямування навчання на вирішення завдань освіти і загального розвитку студентів в традиційній освіті означає, що викладач повинен звертати увагу не лише на вирішення завдань та вмінь, а й на ефективність проведеної системи виховних заходів у розглянутій темі. У дистанційній системі навчання цей принцип отримав таку інтерпретацію: принцип креативності характеру пізнавальної діяльності.

Одним із найважливіших принципів у традиційній формі освіти є принцип науковості. Він ґрунтується на зв'язку між наукою та предметом, що вивчається, вимагає, щоб зміст матеріалів навчання забезпечував інформацію про наукові факти, поняття, закономірності, сучасні досягнення та відкриття. Більш фундаментальну форму цей принцип отримав у дистанційному навчанні: принцип відповідності фундаментальності навчання пізнавальним потребам особи, яка навчається. Цей принцип полягає у тому, що навчання вважається фундаментальним, якщо воно орієнтується на визначення основ та залежностей між різноманітними процесами навколишнього середовища. Разом з цим, принцип висуває такі вимоги до студента, як:

- висока мотиваційна потреба;
- прагнення до власного розвитку;
- корекції та самокритики;
- спрямованість особистості до досягнення поставленої мети.

Продовженням змісту цього принципу є принцип вільного вибору інформації, яка отримується, шляхом визначеної діяльності: не існує єдиного ідеального інформаційного джерела, тому спрямованість навчання стосується безпосередньо не інформації, а шляхів її перетворення та опрацювання, за допомогою участі в дискусіях, телеконференціях, роботи з пошуковими машинами тощо.

Також, не менш важливим додактичним принципом у традиційних формах навчання є принцип систематичності та послідовності, який потребує того, щоби

знання, які подаються, були впорядковані, класифіковані, логічно пов'язані з іншим матеріалом, що призводить до покращення результатів навчання. В той час як у дистанційному навчанні надається можливість самостійно обирати навчальні цілі, форму та темп навчання. Такий принцип отримав назву принципу індивідуальної освіти студента.

У принципі наочності зазначено, що знання засвоюються краще, коли наявна висока концентрація сприйняття всіма органами чуття людини. Оскільки у дистанційному навчанні відсутній безпосередній контакт аудиторії та викладача, сформульовано принцип віртуалізації навчання. У дистанційній формі навчання широко використовуються мультимедійні видання, відеоролики, ілюстраційні матеріали, відеоконференції тощо.

Окрім описаних вище принципів, також існує група принципів дистанційного навчання, створення яких є наслідком активного розвитку та використання інформаційних технологій. Нижче розглянемо деякі із цих принципів.

Так, принцип ідентифікації є важливим з огляду на те, що у дистанційному навчанні існує більше можливостей фальсифікації навчання, ніж у традиційній очній формі навчання. Контролювати самостійність виконання контрольних заходів можна за допомогою використання технічних засобів, наприклад, відеозв'язку.

Інформаційні технології повинні забезпечувати можливість контролю викладачем навчального процесу, можливість вносити зміни в навчальний курс, робити доступним контакт не лише викладача та студента, а і забезпечувати можливість контактів студентів між собою - це принцип інтерактивності.

Для ефективного дистанційного навчання важливим є принцип початкових знань, який полягає у тому, що користувач дистанційного курсу повинен володіти навичками роботи на комп'ютері, мати доступ до Інтернету, обов'язковими також є навички роботи в мережі та необхідне технічне забезпечення для повноцінного навчання.

Вагомим педагогічним принципом є принцип педагогічної доцільності застосування засобів інформаційних технологій. Кожен крок проектування та організації процесу дистанційного навчання вимагає педагогічного оцінювання та

оцінювання доцільності використання новітніх інформаційних технологій, які мають безпосередній вплив на компоненти навчання – його зміст, мету, засоби тощо.

Зазначимо, що структура наведених вище педагогічних принципів не є сталою – з часом цілком реальні зміни та нововведення, пов'язані із подальшим розвитком та впровадженням дистанційного навчання.

Однак, власне ці принципи є визначальними при побудові систем дистанційного навчання. Складовими цих систем є велика кількість модулів, зв'язаних між собою. При цьому є виділені основні функціональні можливості, які повинні забезпечувати сучасні системи дистанційного навчання. Цей список здебільшого схожий у різних системах, які існують сьогодні.

- Доступ до навчального контенту. Необхідно забезпечити можливість авторизації користувача, управління правами груп користувачів, контроль доступу до навчальних матеріалів.

- Забезпечення зручних засобів адміністрування. Типовим набором функціональних можливостей є реєстрація користувачів, управління групами користувачів, управління дистанційними курсами та заходами контролю тощо.

- Надання засобів комунікації між користувачами курсу. Сьогодні існує багато можливостей забезпечення зв'язку, до основних належать відео- та аудіоконференції, форуми, чати, блоги, електронна пошта тощо.

- Можливість формування навчальних планів із використанням моделей управління компетенціями. Для розподілення навчальних планів будуються моделі, які вказують роль, яку виконує користувач та набір його можливостей (компетенцій) відповідно до заданої ролі. В подальшому для кожної компетенції є набір курсів, які потрібно вивчити і набір контрольних заходів, які потрібно скласти. На основі побудованих моделей система створює відповідні навчальні плани для кожного користувача.

- Формування звітів. Важливим є забезпечення можливості формування звітів за побажанням користувача.

- Інтеграція системи з різноманітними інформаційними системами.

Система не повинна бути ізольованою від інших інформаційних систем, з якими знаходиться у загальному середовищі.

- Формування складних розподілених систем. Необхідно забезпечити спрощення доступу користувачів до навчальних курсів за рахунок побудови системи дистанційного навчання із декількома вузлами. Важлива присутність автономного клієнта, який забезпечить доступ до матеріалів за відсутності постійного доступу до системи навчання.

Враховуючи зазначені принципи та необхідні функціональні можливості систем дистанційного навчання, можна синтезувати такі модулі системи:

- модуль адміністрування системи;
- модуль організації та підтримки навчального процесу;
- модуль розроблення та підтримки тестів;
- модуль розроблення та представлення всіх видів навчальних матеріалів у системі;
- модуль експорту-імпорту навчальних матеріалів різноманітних форматів;
- модуль інтерактивної взаємодії користувачів курсів: лектор-студенти, студенти-студенти, студенти-лектор;
- модуль реєстру активності користувачів.

Впровадження і застосування систем дистанційного навчання має як ряд переваг, так і ряд недоліків. До переваг дистанційного навчання належать:

- свобода і гнучкість. Можливість навчатися одночасно в різних місцях, на різних курсах не тільки в одному, а й у декількох університетах чи навіть країнах.
- індивідуальність. Самостійний вибір студентами темпу навчання, вибору розділів, які варто було б повторити або вилучити.
- створення власного графіка навчання студентами у звичній для них обстановці і в зручний час.
- навчання інкогніто (не розголошуючи свого імені) через певні обставини (вік, стан, посаду і т.д.), зареєструвавшись під іншим іменем.
- отримання освіти інвалідами та людьми з різними відхиленнями.

- набуття студентами таких якостей, як самостійність, мобільність і відповідальність.

- навчання більшої кількості людей різних вікових груп порівняно з іншими формами навчання.

- просте формування віртуальних спільнот: викладачів, студентів тощо завдяки використанню сучасних інтернет технологій, за допомогою яких стає можливим обговорення між викладачами певних проблем, вирішення спільних завдань, обмін досвідом чи інформацією тощо.

Недоліки дистанційного навчання

- немає прямого очного спілкування між студентами та викладачем. Подання матеріалу позбавляється емоційного зафарбування, важко створити творчу атмосферу в групі тих, хто навчається.

- необхідна наявність відповідного технічного та програмного забезпечення, можливість доступу до інформації та використання засобів дистанційного навчання. Користувач повинен бути забезпеченим персональним комп'ютером та доступом в Інтернет.

- високі вимоги щодо постановки задачі навчання, адміністрування процесу.

- ключовою проблемою є проблема аутентифікації користувача при перевірці знань. Неможливо точно сказати, хто на іншому кінці дроту. Поки що не запропоновано оптимального технологічного рішення, більшістю дистанційних програм використовується очна екзаменаційна сесія. Одним із варіантів вирішення такої проблеми є встановлення відеокамер на боці того, хто навчається, та відповідного програмного забезпечення.

- обов'язковою є наявність цілого ряду індивідуальних психологічних умов. Результат дистанційного навчання залежить від самостійності та свідомості учня, жорсткої самодисципліни.

- відсутній постійний контроль над тими, хто навчається; відчувається нестача практичної роботи.

- великі затрати на проектування та створення системи дистанційного

навчання, організацію курсів дистанційного навчання і купівлю необхідного обладнання.

– розроблення курсів є дуже трудомістким процесом, створення однієї години інтерактивного мультимедійного матеріалу займає понад 1000 годин роботи професіоналів.

До труднощів у впровадженні системи дистанційної освіти можна віднести:

– недостатні навички роботи з комп'ютером тих, хто навчає і тих, хто навчається, відсутність досвіду дистанційного навчання.

– невелика кількість методичних матеріалів з підготовки та проведення дистанційного навчання.

– недостатній розвиток інформаційно-комунікаційної інфраструктури в Україні.

– проблема пошуку кадрів. Для дистанційного навчання необхідний висококваліфікований персонал, фахівці предметної області.

– недостатня інтерактивність матеріалів курсів дистанційного навчання. Зараз змістовою основою курсів є лекції, які об'єднують в собі текстові матеріали та прості графічні об'єкти (фотографії, малюнки тощо).

– невеликий відсоток тих, хто завершив курси. Це пов'язано з недостатнім досвідом використання дистанційного навчання та складністю мотивування слухачів.

1.2. Дослідження стандартів і моделей якості систем дистанційного навчання

У сфері освіти під якістю навчання, тобто під задоволенням вимог замовника, мається на увазі відповідність знань і умінь випускників навчального закладу вирішувати задачі, що пред'являються з боку бізнесу. Суспільство через попит на випускників на ринку праці доводить до вищої школи свої потреби і контролює рівень підготовки фахівців. Престиж університету залежить від того, як зарекомендують себе випускники на ринку праці і куди влаштовуються на роботу.

Однак затримка в часі між отриманням знань і умінь у вузі та їх оцінкою у виробничих умовах становить кілька років. Отже, практична оцінка якості навчання з боку галузей є лише допоміжною і не може відігравати основну роль в управлінні якістю навчання, оскільки вона надмірно інерційна.

З точки зору підходів до оцінювання та контролю якості залишаються дві моделі управління якістю. Перша модель заснована на безпосередньому контролі знань студентів. У другій моделі методичною основою для управління якістю є міжнародні стандарти серії ISO 9000.

Тестування знань є важливим і необхідним елементом навчального процесу, проте в системі управління якістю результати тестування відіграють лише додаткову роль. Тестування безпосередньо не вказує на причини і джерела появи проблем, воно є вибіркоvim стосовно досліджуваного матеріалу і спрямована переважно на оцінку знань і меншою мірою на виявлення умінь студентів. Крім того, на іспитах і заліках виявляється підсумковий рівень отриманих знань і, якщо він недостатній, то для відповідних індивідів цей рівень виявляється остаточним, виправлення можливе вже тільки по відношенню до наступних поколінь студентів.

Інтерес представляє друга модель управління якістю освіти на основі контролю не тільки знань студентів, а й процесів навчання, їх організації та засобів підтримки. Іншими словами, положення стандартів ISO 9000 при відповідній інтерпретації можуть бути квикористані і в сфері освіти. Тому в основу управління якістю в освіті доцільно покласти другу модель.

Стандарти ISO 9000 розроблені для управління якістю продукції або послуг в промисловості. Вони визначають і регламентують інваріантні питання створення, розвитку, застосування та сертифікації систем якості на промислових підприємствах. У них встановлюється форма вимог до системи якості з метою демонстрації постачальником своїх можливостей і оцінки цих можливостей зовнішніми сторонами.

У стандартів ISO 9000 використовується визначення якості зі стандарту ISO 8402. Вводиться поняття системи якості (QS - Quality System), під якою розуміють документовану систему з настановами та описами процедур досягнення

якості. Система якості є сукупністю організаційної структури, відповідальності, процедур, процесів і ресурсів, що забезпечує виконання загального процесу управління якістю.

Система якості зазвичай являє собою сукупність трьох шарів документів. Шари містять: опис політики управління для кожного системного елемента (організація, відповідальні, контроль); опис процедур управління якістю (що, де, ким і коли повинно бути зроблено); тести, плани, інструкції тощо.

Сертифікація підприємств за стандартами ISO 9001-9003 виконується деякою уповноваженою зовнішньою організацією. Наявність сертифікату якості - одна з важливих умов для успіху комерційної діяльності підприємств.

Стандарти серії ISO 9000 управління якістю продукції діляться на первинні, вторинні і підтримуючі.

У свою чергу, первинні стандарти поділяються на зовнішні і внутрішні. Зовнішні стандарти інваріантні до додатків, вони описують вимоги, дотримання яких гарантує якість при виконанні контрактів із зовнішніми замовниками. Внутрішні стандарти призначені для внутрішнього використання, вони описують заходи з управління якістю всередині компанії.

ISO пропонує наступні зовнішні стандарти:

- ISO 9001 – модель якості, що досягається при проектуванні, виробництві, обслуговуванні;
- ISO 9002 – скорочена в порівнянні з ISO 9001 модель (без процесів проектування);
- ISO 9003 – модель якості при фінальному тестуванні продукції.

Вторинні стандарти включають в себе:

- ISO 9000 – основні поняття, керівництво по застосуванню ISO 9001;
- ISO 9004 – елементи систем управління якістю.

У стандарті ISO 9004 містяться 20 основних вимог до якості, які називають системними елементами. Системні елементи розділені на групи, що відносяться до виробництва, транспортування та супроводжувальними операціями, документування продукції, маркетингу. Наприклад, при виробництві

контролюються планування, процедури, програми та інструкції для управління і поліпшення виробничих процесів. При маркетингу контролюються такі системні елементи, як функціональний опис продукції, організація зворотного зв'язку із замовниками (відстеження та аналіз рекламацій).

ДСТУ ISO 9001-96 "Системи якості. Модель забезпечення якості при проектуванні, розробці, виробництві, монтажі й обслуговуванні";

ДСТУ ISO 9002-96 "Системи якості. Модель забезпечення якості при виробництві, монтажі й обслуговуванні";

ДСТУ ISO 9003-96 "Системи якості. Модель забезпечення якості при остаточному контролі і випробуваннях".

В даний час розроблена нова версія стандартів серії ISO 9000 під назвою ISO 9000: 2000 Quality management systems (Системи управління якістю), в яку включені документи:

ISO 9000: 2000 Fundamentals and vocabulary (Основи та термінологія);

ISO 9001: 2000 Requirements (Вимоги);

ISO 9004: 2000 Guidelines for performance improvement (Керівництво з розвитку).

Головні відмінності нової версії від попередньої обумовлені прагненням спростити практичне використання стандартів, спрямоване на їх кращу гармонізацію і полягають у наступному.

У стандарті ISO 9001 мінімізується обсяг вимог до системи якості. Стандарти ISO 9002-9003 з нової версії виключаються. Розширюється коло контрольованих ресурсів, в їх число включені такі елементи, як інформація, комунікації, інфраструктура. 20 елементів якості зі стандарту ISO 9004 згортаються в 4 групи:

- управління відповідальністю (management responsibility);
- управління ресурсами (resource management)
- реалізація продукції та послуг (product and / or service realization);
- вимірювання та аналіз (measurement, analysis, and improvement).

Як зазначено вище, у сфері освіти також можливе управління якістю навчання на основі як оцінки знань і умінь випускників шляхом тестування, так і оцінки

показників організації, процесу і засобів навчання. Необхідно виявити ті фактори (системні елементи), керуючи якими можна забезпечити необхідну якість освіти.

1.3. Аналіз факторів якості дистанційної освіти

Для виявлення факторів, що визначають якість освіти, доцільно розглянути компоненти процесу навчання. Якість залежить від особливостей кожного компонента.

На рис. 1.1 наведена архітектура освітньої системи, введена в міжнародному стандарті IEEE P1484.1. Компонентами системи є особа, що навчається, викладач (інструктор), навчальні матеріали (репозиторій), система доставки матеріалів, система оцінювання результатів навчання, модель особи, що навчається (його профіль). Взаємозв'язки в архітектурі відображають потоки даних, якими обмінюються учасники процесу навчання. Інструктор (ним може бути викладач або комп'ютерна система) управляє вибором навчальних матеріалів з репозиторію на основі інформації про профіль студента, результатами оцінювання поведінки студента і метаданими репозиторію.

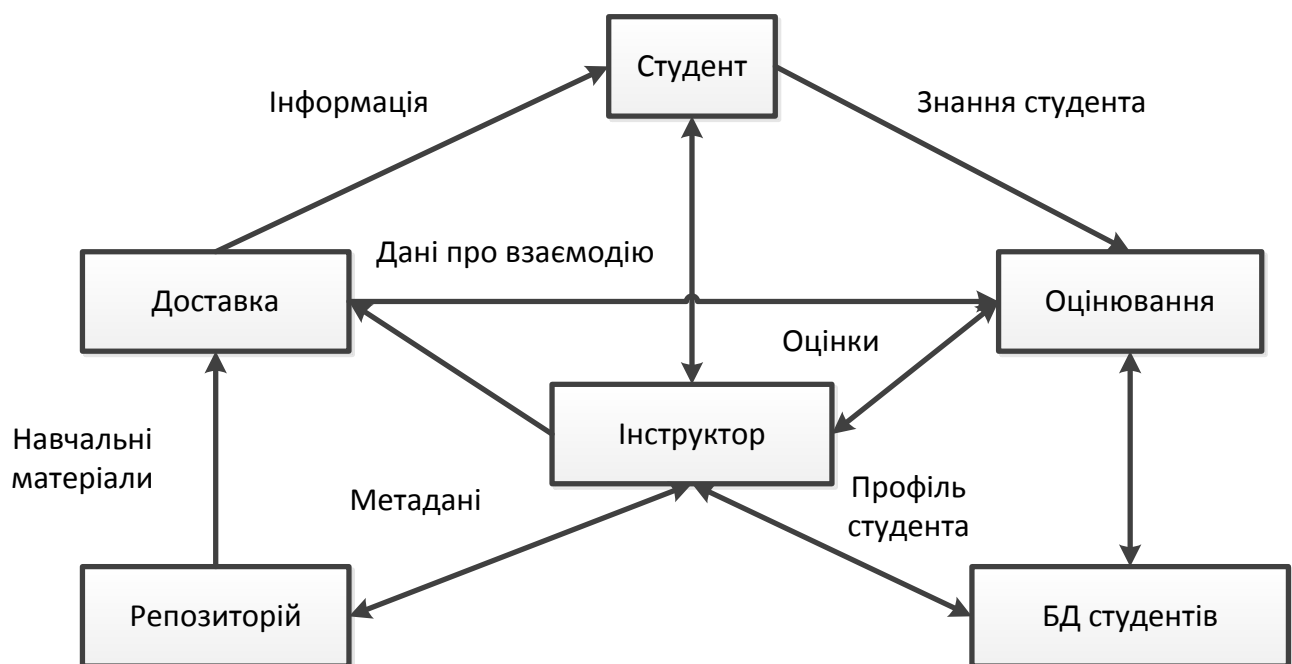


Рис.1.1. Архітектура освітньої системи стандарту IEEE P1484.1

Вибрані навчальні матеріали передаються студенту, а відомості про тестуючі частини доставляються також компоненту "оцінювання" через компонент "доставка". Студент виконує навчальні процедури, впливаючи на компонент "оцінювання", який, у свою чергу, може змінювати дані в профілі студента. У процесі вивчення матеріалу особи, що навчаються, можуть обмінюватися інформацією безпосередньо з інструктором.

Фактором, що впливає на якість освіти, від компонента "особа, що навчається" є якість попередньої підготовки абітурієнта, його здібностей. Цей фактор в системі управління якістю може бути використаний частково при організації роботи приймальної комісії у вузі, організації функціонування коледжів при вузі і різних форм довузівської підготовки.

Фактор від компонента "інструктор" - кваліфікація викладачів. При ДН є кілька категорій викладачів – це автори навчальних матеріалів, викладачі-консультанти, викладачі-тьютори. Вплив авторів навчальних матеріалів на якість навчання може бути враховано через контроль якості навчальних матеріалів. Для контролю якості інших факторів якості викладацького складу можна використовувати традиційні підходи, засновані на контролі наявності вчених ступенів і звань, участі викладачів у наукових дослідженнях і т.п.

Контроль якості засобів доставки зводиться до контролю кількісних і якісних характеристик матеріально-технічного забезпечення навчального процесу. У разі ДН це характеристики комп'ютерів і мережевого устаткування.

Компонент "оцінювання" визначає ефективність контролю знань студента і зворотного зв'язку "студент-викладач". При оцінюванні якості ДН ефективність пов'язана з показниками якості систем тестування.

Якість освіти залежить від якості навчальних матеріалів, що знаходяться в репозиторії. Дослідження впливу якості навчальних матеріалів на якість ДН є важливим фактором якості систем дистанційного навчання.

1.3.1. Типи навчальних матеріалів, які використовуються при дистанційному навчанні

Залежно від ролі, виконуваної в процесі ДН навчальні матеріали поділяються на підручники, навчальні посібники, практикуми та збірники лабораторних робіт, довідники, методичні вказівки, збірники типових завдань і вправ, типових питань і відповідей на них, прикладне програмне забезпечення. Основна форма матеріалів – електронна, хоча часто можливо використовувати також тверді копії.

Однією з інтегрованих форм навчальних матеріалів у традиційних формах навчання є навчально-методичний комплекс (НМК), який об'єднує більшість наведених вище матеріалів. При ДН аналогом НМК стає електронний підручник (ЕП). Наприклад під ЕП можна розуміти об'єднання частин матеріалу, представлених на рис. 1.2.

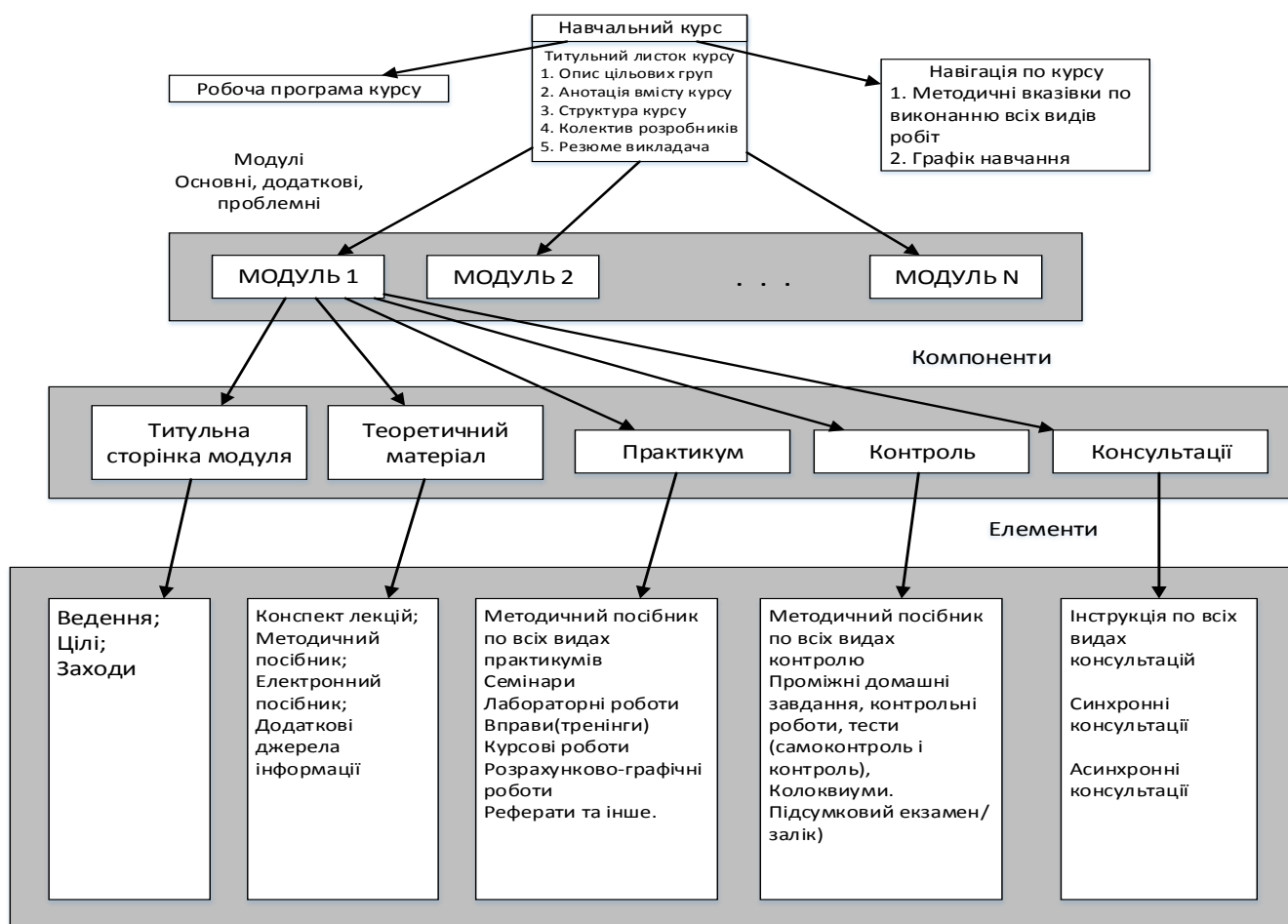


Рис. 1.2. Структура електронного посібника

Однак ступінь інтеграції в ЕП може бути різним, у зв'язку з цим зазвичай використовується класифікація на кілька рівнів (класів). Одна з так класифікацій введена в міжнародному стандарті АЕСМА 1000D, присвяченому розробці інтерактивних електронних технічних інструкцій (ІЕТІ) для авіаційних галузей промисловості.

Відповідно до цієї класифікації навчальні матеріали класу 0 належать до звичайних документів, приведених в електронний вигляд і призначеним для архівації. Клас 1 відноситься до документів, частини якого індексовані і доступні за посиланнями зі змісту. Документи класу 2 – файли в коді ASCII, усередині яких застосована розмітка за допомогою тегів, що дозволяє здійснювати навігацію всередині посібника. Документи класу 3 відрізняються тим, що в них застосовується розмітка за допомогою мови SGML.

Документи класів 0-3 є лінійними в тому сенсі, що в них, як і в звичайних паперових посібниках, матеріал викладається послідовно сторінка за сторінкою. На відміну від них документи класу 4 мають не лінійну, а ієрархічну структуру, і призначені для інтерактивних презентацій. Розвиток класу 4 в напрямку збільшення ступеня інтелектуалізації призводить до класу 5, в якому є засоби формування версій посібників, адаптованих до запитів і рівня підготовленості користувача.

У технологіях ІЕТІ використовується також ряд інших стандартів. Це стандарт ISO 8879, присвячений мові розмітки SGML, стандарт ISO 10744 (HyTime - Hypermedia / Time-based Document Structuring Language), а також специфікації міністерства оборони США MIL-87268 ... 87270. Так, документ MIL-M-87268 (Interactive Electronic Technical Manual Content) визначає загальні вимоги до змісту, стилю, формату і засобів діалогового спілкування користувача з інтерактивними електронними технічними інструкціями. У специфікації MIL-D-87269 містяться вимоги до баз даних для інтерактивних електронних технічних посібників і довідників, описані методи представлення структури і склад промислового виробу і його компонент на мові SGML, шаблони документів на склад частини технічної документації, перелічені типові елементи документів.

1.4. Стандартизація в області дистанційного навчання

В даний час продовжують розроблятися методики створення електронних підручників, у тому числі по різних науково-технічних програмах. У них приділяється увага питанням широкого використання мультимедійних технологій, підвищення ефективності систем тестування знань, обліку психологічних факторів при навчанні та ін. Необхідно в число вимог до створюваних засобів комп'ютерного навчання включати вимоги інтегруєбельності підручників, компіляції версій навчальних матеріалів, адаптованих до індивідуальних особливостей студентів, доцільно приділяти більшу увагу зниженню часових і матеріальних витрат на створення версій підручників. Базою для реалізації цих вимог повинні стати міжнародні стандарти в галузі інформаційних технологій навчання та їх творчий розвиток у вітчизняних освітніх організаціях.

1.4.1. Причини появи і призначення стандартів у галузі інформаційних технологій навчання.

Індустрія комп'ютерних засобів навчання розвивається на протязі вже більше двадцяти п'яти років. Спочатку в навчальному процесі використовувалися різні програмно-методичні комплекси для освоєння студентами елементів інформаційних технологій. Прикладами таких комплексів можуть служити навчально-дослідні САПР, що створювалися в ряді вузів країни. Одночасно отримали розвиток комп'ютерні засоби контролю знань студентів. Наприкінці 80-х років стали створюватися комп'ютерні навчальні системи (КНС) на базі електронних підручників з різних дисциплін з текстовими і графічними фрагментами.

Поява Web-технологій в першій половині 90-х років стало очевидним стимулом для розвитку інформаційних технологій у навчанні. У другій половині 90-х років почалося становлення дистанційного навчання, у тому числі навчання на базі

Internet. З'явилася концепція відкритої освіти, як системи надання освітніх послуг за допомогою засобів, наявних у розподіленому інформаційно-освітньому середовищі. При цьому користувачам надавалось право обирати курси і адаптовувати його під конкретні запити.

Однак існуючі на той час КНС не були пристосовані до реалізації ідей дистанційного навчання та відкритої освіти в силу своєї унікальності, несумісності форматів даних, структур електронних навчальних засобів і т.п. Електронний підручник, створений за допомогою авторської підсистеми в одній КНС, не міг бути відтворений і використаний в рамках іншої КНС. Існуючі електронні підручники не відрізнялися гнучкістю, були відсутні технології адаптації змісту електронних курсів до запитів конкретних студентів, що не дозволяло в потрібному обсязі задовольнити вимоги індивідуалізації навчання. Невирішеною залишалася проблема легкості супроводу підручників, своєчасного відображення в них сучасного стану науки і техніки.

З усією очевидністю постала проблема уніфікації архітектур навчальних систем, структур та форматів даних для представлення навчальних матеріалів, моделей студентів, засобів управління навчальним процесом і компіляції індивідуалізованих версій навчальних посібників, що відбивають останні науково-технічні досягнення.

Для вирішення цієї проблеми було створено кілька міжнародних і національних організацій, які поставили перед собою мету стандартизації комп'ютерних засобів навчання на основі сучасних інформаційних технологій. Серед цих організацій виділяють:

- IMS Global Learning Consortium – міжнародний освітній консорціум, що розвиває концепцію, технології та стандарти навчання на базі системи управління навчанням IMS (Instructional Management System);

- IEEE LTSC – IEEE Learning Technology Standards Committee – комітет стандартизації в галузі технологій навчання, створений в IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers);

- AICC – Aviation Industry CBT Committee – комітет комп'ютерного навчання в авіаційній промисловості;

- ADL – Advanced Distributed Learning Initiative Network – організація розподіленого навчання, заснована департаментом політики в галузі науки і технологій в адміністрації президента США (OSTP - White House Office of Science and Technology Policy) і міністерством оборони США (DoD), як мережа розподіленого навчання, що забезпечує широкомасштабний доступ до освітніх ресурсів багатьох користувачів.

1.4.2. Аналіз специфікації IMS

Консорціум IMS створений у 1997 р провідними промисловими компаніями в галузі інформаційних технологій, університетами та урядовими органами декількох країн.

Система IMS включає специфікації:

- IMS Content Packaging Specification – компоновка змісту підручників і навчальних посібників;

- IMS Learner Information Package Specification – опис даних про студента;

- IMS Metadata Specification – опис метаданих навчальних матеріалів;

- IMS Digital Repositories Interoperability – опис зв'язків різних репозиторіїв;

- IMS Question and Test Specification – опис типових питань і засобів тестування;

- MS Digital Repositories – опис сховищ цифрових даних та ряд інших.

Ці специфікації призначені для забезпечення розподіленого процесу навчання, відкритості засобів навчання, інтероперабельності навчальних систем, обміну даними про студентів між електронними деканатами в системах відкритої освіти. Поширення IMS специфікацій має сприяти створенню єдиного інформаційно-освітнього середовища, розвитку баз навчальних матеріалів, в тому числі завдяки

об'єднанню зусиль багатьох авторів при створенні електронних підручників та енциклопедій.

Специфікація IMS Content Packaging Specification розроблена наприкінці 2000 р. Сумісність навчальних засобів і систем забезпечується застосуванням спеціального формату (IMS Content Packaging XML format), заснованого на мові розмітки XML. Специфікація визначає функції опису та об'єднання навчальних матеріалів, в тому числі окремих курсів і наборів посібників, в пакети для мережі КНС, що підтримують концепції IMS. Пакети (дистрибутиви) забезпечуються відомостями, які називають маніфестом, про структуру вмісту, тип фрагментів, розміщення навчальних матеріалів. Маніфест являє собою ієрархічний опис структури з посиланнями на файли навчального матеріалу. Кожен навчальний компонент, який може використовуватися самостійно, має свій маніфест. З маніфестів компонентів утворюються маніфести інтегрованих курсів.

Структура пакета підручника (навчальних посібників) показана на рис. 1.3, а на рис. 1.4 проілюстровані процедури та ролі учасників навчального процесу, які відповідають концепції IMS.

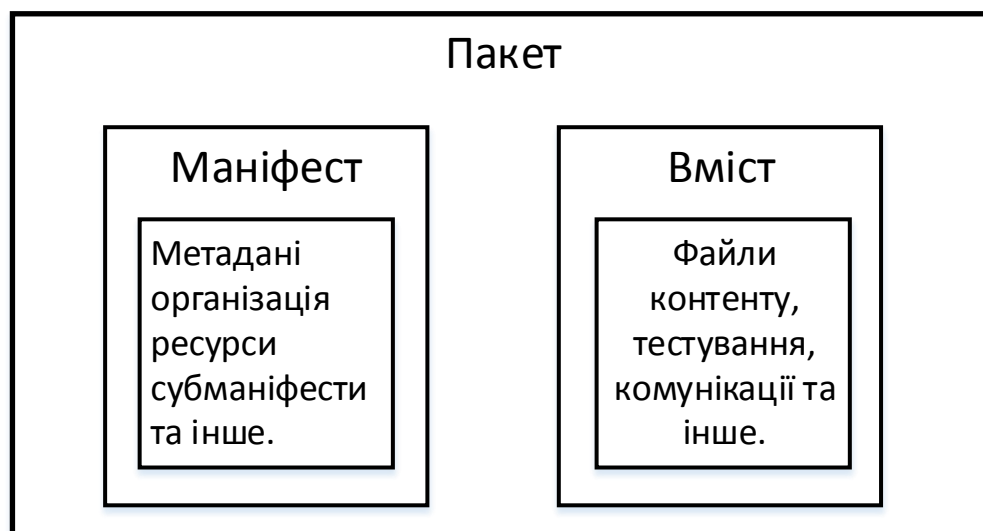


Рис. 1.3. Структура пакета IMS

Специфікація IMS Learner Information Package присвячена створенню моделі студента, що включає його ідентифікаційні (біографічні) дані, відомості, що

характеризують рівень освіти індивіда, цілі, життєві інтереси, передісторію навчання, володіння мовами, переваги у використанні комп'ютерних платформ, паролі доступу до засобів навчання і т. п .. Ці відомості використовуються для визначення засобів і методики навчання, що враховують індивідуальні особливості осіб, що навчаються. Вони можуть бути представлені у вигляді таблиці, ієрархічного дерева, об'єктної моделі. Можливе використання рекомендацій цієї специфікації для представлення даних про авторів навчальних матеріалів і викладачів, що може бути корисно використано в системах управління освітньою установою.

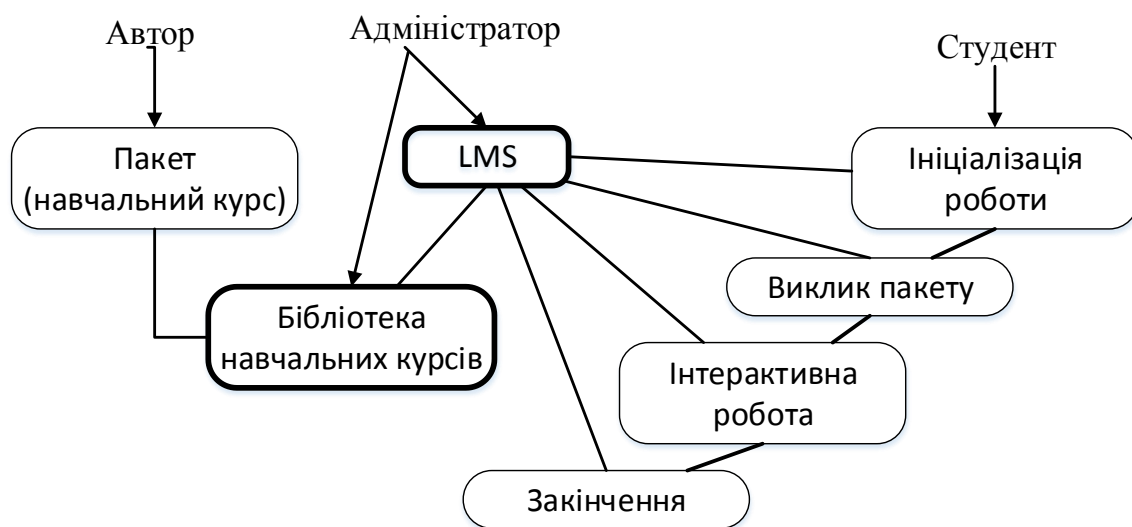


Рис. 1.4. Процедури навчального процесу та ролі учасників в концепції IMS

Призначення специфікації IMS Digital Repositories Interoperability – уніфікувати інтерфейс між різними наборами ресурсів – базами навчальних матеріалів (репозиторій), що використовуються в різних навчальних системах. Звертатися до репозиторіїв можуть розробники курсів, адміністратори репозиторіїв, програмні агенти. У специфікації обумовлені основні функції звернень до репозиторіїв, інваріантні щодо структури наборів. Це функції переміщення навчального ресурсу в базу, пошуку матеріалу за запитами користувача, компіляції навчального посібника. Система управління репозиторієм при цьому здійснює зберігання даних, що вводяться, доставку та інтепретацію матеріалу відповідно. Репозиторії можуть бути орієнтовані на формати SQL, XML, Z39.50. Формат Z39.50

використовують для пошуку бібліотечної інформації, формат XQuery – для пошуку XML-метаданих, а протокол SOAP – для передачі повідомлень. Доступ до репозиторіїв може бути безпосереднім або через проміжний модуль.

Визначено сценарії дій користувачів під час запису нового матеріалу в репозиторій, при коригуванні наявних матеріалів, пошуку метаданих як в одному, так і відразу в багатьох репозиторіях і у випадку посилки запиту за знайденими метаданими безпосередньо користувачем або програмним агентом, замовленні сповіщень на зміни в метаданих.

Опис метаданих в документі IMS Learning Resource Meta-Data Information Model базується на відповідному документі, розробленому в IEEE LTSC. Специфікація визначає елементи метаданих та їх ієрархічну підпорядкованість. У їх число входять різні елементи, що характеризують і ідентифікують даний навчальний матеріал. Всього в специфікації виділено 89 елементів (полів), причому жодне з полів не є обов'язковим. Прикладами елементів метаданих можуть служити ідентифікатор і назву матеріалу, мова, анотація, ключові слова, історія створення та супроводження матеріалу, учасники (автори і спонсори) створення або публікації продукту, його структура, рівень агрегації, версія, технічні дані – формат, розмір, розміщення, педагогічні особливості, тип інтерактивного режиму, необхідні ресурси, орієнтовний час на вивчення, ціна, зв'язок з іншими ресурсами, місце в класифікації та ін. Кожен елемент описується такими параметрами, як ім'я, визначення, розмір, впорядкованість, вказівка типу даних, діапазону значень, пояснення за допомогою прикладу.

Метадані використовуються для правильного добору та пошуку одиниць навчального матеріалу, обміну навчальними модулями між різними системами, автоматичної компіляції індивідуальних навчальних посібників для конкретних учнів.

У документі IMS Question and Test Specification описана ієрархічна структура тестованої інформації (з рівнями пункт, секція, тест, банк) і дані способи подання завдань (питань), списку відповідей, роз'яснень і т.п. У специфікації наведені

класифікація форм завдань, рекомендації з сценаріями тестування та обробці отриманих результатів.

1.4.3. Специфікації IEEE LTSC

У комітеті з стандартизації освітніх технологій Learning Technology Standards Committee (LTSC) в IEEE створено ряд робочих груп з диференціацією напрямків робіт. Ці групи займаються розробкою і розвитком таких документів:

P1484.1 – модель архітектури освітньої системи (Architecture and Reference Model);

P1484.3 – термінологічний словник (Glossary);

P1484.11 – управління навчанням (Computer Managed Instruction);

P1484.12 – метадані навчальних засобів (Learning Objects Metadata);

P1484.14 - семантика і заміни (Semantics and Exchange Bindings);

P1484.15 – протоколи обміну даними (Data Interchange Protocols);

P1484.18 – профілі платформ і середовищ (Platform and Media Profiles);

P1484.20 – визначення компетенції (Competency Definitions).

1.4.4. Модель SCORM

SCORM (Shareable Content Object Reference Model) – промисловий стандарт для обміну навчальними матеріалами на базі адаптованих специфікацій ADL, IEEE, IMS, Dublin Core, and vCard. Цілі створення SCORM: забезпечення багаторазового використання навчальних модулів, інтегрованості навчальних курсів (їх використання в середовищах різних КОС), легкого супроводу та адаптації курсів, асемблювання контенту окремих модулів у навчальні посібники відповідно до індивідуальних запитів користувачів. У SCORM досягається незалежність контенту від програм управління.

Перша версія об'єктної моделі розподілених освітніх ресурсів SCORM була представлена організацією ADL Initiative на початку 2000 р. Модель SCORM стала результатом узагальнення багатьох робіт в галузі стандартизації навчальних засобів для Internet. Версія 1.2 з'явилася в жовтні 2001 р.

Основою моделі SCORM є модульна побудова підручників і навчальних посібників, близька до концепції модульних підручників, використаної в свій час при створенні вітчизняної навчальної системи CTS і викладеної в. Модулі (learning objects або instructional objects) навчального матеріалу в SCORM називаються відкритими об'єктами контенту (SCO - Shareable Content Objects). Як і модулі в, SCO – автономна одиниця навчального матеріалу, що має метадані та змістовну частину. Сукупність модулів певної предметної області називається в прикладній енциклопедії або в SCORM бібліотекою знань (Web-репозиторієм). Модулі (SCO) можуть в різних поєднаннях об'єднуватися один з одним у складі підручників і навчальних посібників, для компіляції яких створюється система управління модульним підручником (сервер управління контентом), найбільш часто використовується її назва - Learning Management System (LMS).

Незважаючи на спільність основних ідей концепцій і SCORM, між ними є і певні відмінності. Так, як характерна наявність онтології додатків та підтримка відповідного тезауруса, на їх базі розвинена система компіляції версій електронного підручника. У SCORM рекомендується максимально можлива автономність змісту SCO, що однак не завжди відповідає характеру викладання.

У SCORM використовується мова XML для представлення вмісту модулів, визначаються зв'язки з програмним середовищем і API, дано специфікації створення метаданих.

SCORM включає три частини (рис 1.5):

- Вступ (загальна частина), в якому описуються основи концепції SCORM та перспективи її розвитку;
- Модель агрегування модулів CAM (Content Aggregation Model) в закінчені навчальні посібники;

– Опис середовища виконання (Run Time Environment), що представляє собою інтерфейс між змістовною і керуючою частинами і використовує Web-технології та мову JavaScript. Ця частина базується на моделі даних і концепції API, що розроблена в AICC.

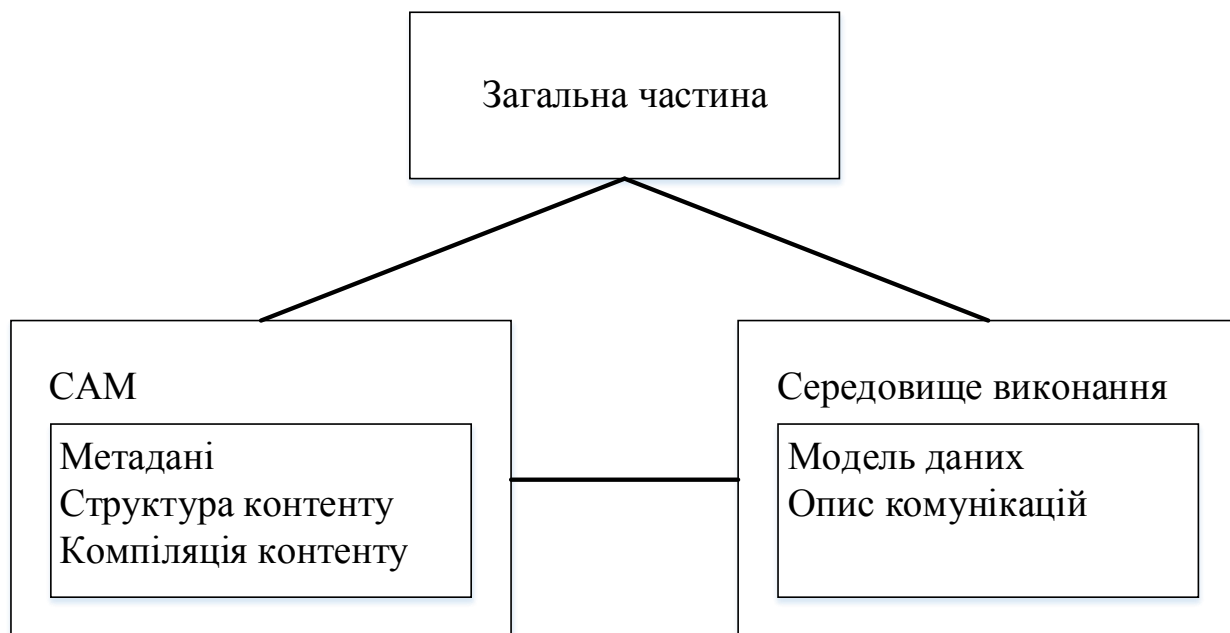


Рис. 1.5. Структура SCORM

САМ включає.

Метадані (Metadata Dictionary) з описом призначення і типу вмісту модуля, відомостями про авторів, ціною, вимогами до технічної платформи та ін.; ця частина САМ запозичена з специфікацій IEEE.

XML-дані (Content Structure) про структуру контенту. Мова XML в SCORM використовується у вигляді версії CSF (Course Structure Format). За допомогою CSF представляється структура навчального курсу, визначаються всі елементи і зовнішні посилання, необхідні для інтеоперабельності в рамках концепцій IMS, IEEE і AICC. CSF заснований на моделі AICC Content Model.

Дані (Content Packaging) про способи об'єднання модулів в допомоги на базі специфікації IMS Content Packaging specification. При цьому кожен елемент автоматично отримує унікальний ідентифікатор.

Система управління LMS складається з кількох компонентів, які виконують функції:

- управління контентом (Content Management Service);
- візуалізація (Delivery Service);
- упорядкування матеріалу (Sequencing Service);
- адміністрування курсів (Course Administration Service);
- тестування (Testing / Assessment Service);
- моделювання учнів (Learner Profile Service);
- визначення траєкторії навчання (Tracking Service);
- комунікація з системної середовищем (API Adapter).

Передбачено тестування SCORM матеріалів, що полягає у перевірці адекватності представлення матеріалу за допомогою CSF.

Завдяки модульній структурі, багаторазовому використанню модулів в різних версіях навчальних посібників та адаптації посібників до особливостей студентів досягається зменшення вартості навчання на 30-60%, часу навчання на 20-40%, підвищується ступінь засвоєння матеріалу.

Слід відзначити ще одну версію XML, що використовується в КНС. Це створена компанією Saba Software версія Universal Learning Format (ULF). Вона також заснована на концепціях IMS, ADL, IEEE. Її призначення – реалізація обмінів навчальними матеріалами між різними додатками. На ULF розроблені каталоги метаданих, профілі студентів, бібліотеки класів і т.п.

Специфікація AECMA 1000D – технологія представлення технічної документації, визнана в авіаційній промисловості (AECMA - European Association of Aerospace Constructors). В основі AECMA 1000D, як і в старших класах IETP, лежить декомпозиція матеріалу на модулі. Модулі включають ідентифікаційну та змістовну секції, записані на мовах SGML або NuTime з ілюстраціями в форматах CGM або JPEG, і зберігаються в спеціальній БД - Common Source Data Base (CSDB). Передбачена автоматична простановка гіперпосилань (для цього є відповідні програмні засоби).

1.5. Висновки до розділу

1. Визначено необхідність забезпечення якості систем дистанційного навчання і дистанційної освіти в цілому. Аналіз сучасного стану проблем та наукових публікацій в цій області показав, що не дивлячись на важливість проблеми, на практиці використовуються підходи, які не враховують специфіки особливостей студентів, їх здібностей та адаптації до часових рамок вивчення матеріалів. А питання якості контенту (інформації), зручності використання ІСДН та комплексного оцінювання якості систем дистанційного навчання залишається не вирішеним. Окрім цього, у стандартах з оцінювання якості дистанційного навчання не наведено уніфікованих метрик для кількісного оцінювання характеристик якості, а стандарти по окремих компонентах часто є неузгодженими.

2. Проведено аналіз специфікацій стандартів якості контенту навчальних матеріалів, у результаті якого виявлено ряд недоліків. Основні з них полягають у слабкій формалізації характеристик якості навчальних матеріалів, їх не уніфікованості та не стандартизованості, що породжує суперечність результатів оцінювання.

3. Проаналізовано моделі якості систем дистанційного навчання. Було встановлено, що вони є неструктурованими і в більшій мірі відображають функціональні вимоги і практично не враховують вимоги якості. Показано необхідність розробки системного формалізованого підходу щодо розробки вимог якості систем дистанційного навчання і побудови універсальної моделі якості, яка давала змогу в комплексі враховувати показники якості навчальних курсів, інструкторів навчальних дисциплін та програмних засобів підтримки процесу дистанційного навчання.

РОЗДІЛ 2

ПОБУДОВА МОДЕЛЕЙ ТА МЕТОДІВ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ СИСТЕМ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

2.1. Визначення глобальних факторів впливу на якість систем дистанційного навчання

Сучасні системи освіти, які базуються лише на стандартах проведення аудиторних занять, взаємодії тих, хто навчається і тих, хто навчає, а також недостатність впровадження інформаційних технологій у навчальний процес значно знижує якість одержуваних знань студентами, що в перспективі відображається на неспроможності працевлаштуватися, витрачанні додаткових коштів на перепідготовку та ряді інших негативних факторів. Тому впровадження систем дистанційного навчання у традиційні форми навчання дає змогу уникнути або знизити ризик виникнення подібних ситуацій. Враховуючи темпи розвитку інформаційних технологій, глобалізацію суспільства, мобільність серед тих, хто навчається та тих, хто навчає, системи дистанційного навчання стають невід'ємними складовими освітнього процесу при підготовці фахівців високого рівня.

Слід відмітити, що на противагу послугам класичного освітнього процесу, які надають університети, сьогодні широкої популярності набувають спеціалізовані курси. Багато з таких курсів є як комерційними, так і безкоштовними. Однак, як засвідчує практика, рівень знань тих, хто пройшов спеціалізовані курси, на порядок вищий за рівень знань, які одержують в університеті на подібних дисциплінах. Це пов'язано з інертністю навчальних закладів, не відповідністю наданих послуг вимогам ринку, слабкою кваліфікацією кадрів, низькою якістю систем дистанційного навчання.

Розглянемо основні фактори впливу на якість знань в контексті використання систем дистанційного навчання. Оскільки, якість знань напряму залежить від системи дистанційного навчання, тобто комплексу, до складу якого входить програмно-апаратна реалізація системи, навчальні матеріали, що формуються

викладачами курсів і засоби перевірки знань. Залежності між категоріями якості, які впливають на якість одержання знань наведено на рис.2.1.

Основною задачею перед впровадженням систем дистанційного навчання є аналіз ринку таких систем та вибір оптимальної. Однак на даному етапі технології оцінювання якості систем дистанційного навчання, які б в повній мірі та об'єктивно давали уявлення про властивості, переваги та недоліки існуючих систем не розроблено.

Тому актуальною задачею, є дослідження, обґрунтування та побудова математичних моделей для оцінювання якості систем дистанційного навчання. При цьому у моделях необхідно врахувати особливості факторів впливу на якість таких систем, розробити або обґрунтувати метрики для кількісного відображення властивостей систем дистанційного навчання.

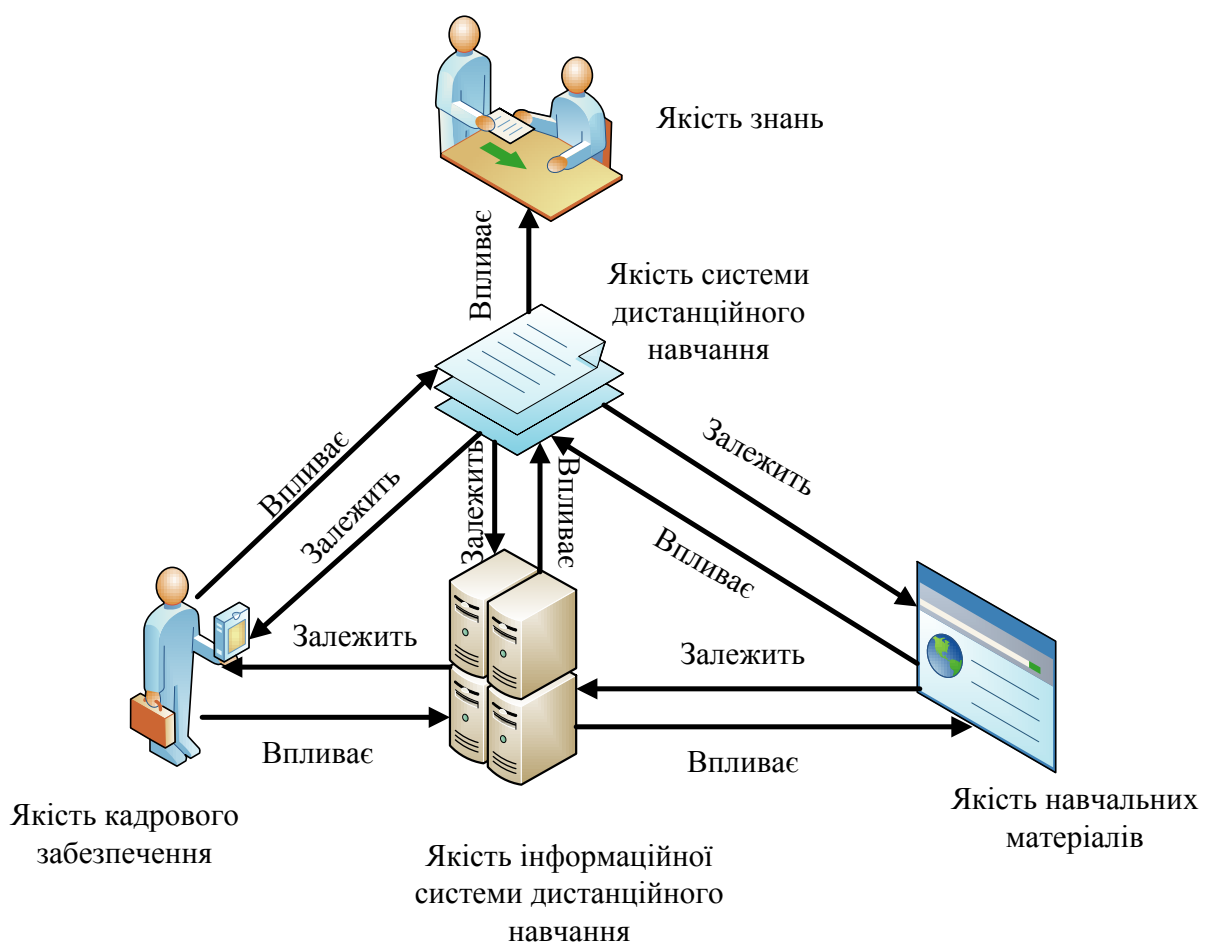


Рис. 2.1. Фактори впливу на якість знань

Для опису та проведення процесу оцінювання якості систем дистанційного навчання, а саме її програмно-апаратної складової, запропоновано скористатись

міжнародним стандартом щодо оцінювання якості програмних систем ISO 25010. При цьому для математичного опису моделей пропонується скористатись теоретико-множинними нотаціями або підходом теорії категорій.

Для оцінювання якості навчальних матеріалів пропонується використати статистичний підхід, експертні технології та рекомендації стандарту ISO 25012 щодо якості даних.

Якість кадрового забезпечення формально можна описати за допомогою теорії множин та обчислення статистичних показників щодо освітньої та наукової роботи інструктора курсу.

Враховуючи складність задач відносно визначення якості систем дистанційного навчання, необхідно проводити ряд додаткових досліджень з метою визначення атрибутів якості кожної категорії (рис. 1), яка безпосередньо впливає на якість знань. Варто відмітити, що найбільш популярними з точки зору відгуків користувачів, є наступні платформи дистанційного навчання: Moodle, WebCT, Прометей, SharePointLMS, IBM Lotus Learning Management System, WebTutor, Microsoft Learning Gateway.

2.2. Визначення критеріїв якості вимог до систем дистанційного навчання

Для забезпечення якості вимог до систем дистанційного навчання вимоги до якості повинні бути простежуваними на всіх етапах навчання, а тому їх представлення повинні задовольняти наступним вимогам :

- вимоги повинні бути зрозумілими та формалізованими;
- вимоги повинні бути об'єктивними і вимірюваними;
- вимоги повинні містити критерії оцінювання;
- вимоги повинні бути відстежуваними і контрольованими на стадіях навчання.

Досить широко при проектуванні вимог до ПС (в даному випадку програмних засобів підтримки систем дистанційного навчання), як функціональних, так і нефункціональних, використовується стандарт , в якому задана структура і зміст розділів специфікацій вимог, де визначено два їх типи: загальні вимоги або вимоги замовника, та детальні вимоги або вимоги розробника. Вимоги замовника

подаються у вигляді задокументованих функцій, які необхідно реалізувати у ПС. У детальних вимогах передбачено декларування вимог до набору властивостей ПС, які можна віднести до характеристик якості. У наведено характеристики, якими оцінюється якість сформульованих вимог:

- коректність – відповідність реальним потребам замовника.
- однозначність – однозначність розуміння (трактування) вимог.
- повнота – вимоги повинні відображати всі основні потреби у ПС.
- узгодженість – узгодженість між різними типами вимог.
- впорядкованість – впорядкованість вимог по важливості і стабільності.
- тестованість – можливість перевірки виконання вимог.
- модифікованість – здатність до редагування (додавання, видалення) вимог.
- прослідковуваність – можливість пов'язати вимогу з підсистемами, модулями і операціями, які відповідають за їх виконання, і з тестами, що перевіряють їх виконання.

Критеріями оцінювання вимог є метрики, які згруповані в чотири категорії:

- метрики якості вимог;
- метрики ефективності перевірки вимог;
- метрики ефективності процесу аналізу вимог;
- метрики повноти вимог.

До складу метрик якості вимог включено вимірні критерії, які характеризують однозначність вимог, їх повноту, тестованість, простежуваність, пріоритетність, елементарність та узгодженість.

Критерій ефективності перевірки вимог характеризується кількістю пропущених, або дефектних вимог, що знаходять за кожну годину перевірки.

Метрики ефективності процесу аналізу вимог визначаються вартісними показниками, які включають в себе загальну вартість, критичну вартість та швидкість маніпулювання вимогами.

Метрики повноти вимог характеризують ступінь та можливість маніпулювання вимогами після завершення етапу збору вимог.

2.3.Визначення атрибутів характеристик якості систем дистанційного навчання

Документи, методики і процедури, які використовуються в управлінні якістю, називаються системою управління якістю.

Показник якості (системний елемент) – атрибут або група атрибутів, що характеризують якість дистанційного навчання. У системі управління якістю є кілька груп показників, що характеризують якість систем дистанційного навчання.

Показники якості можна класифікувати за рядом ознак.

Так, серед показників якості ДН є показники як числові (типів *real* і *integer*), так і якісні (типів *enumeration*, *string* або *boolean*). Очевидно, що кількісна оцінка якості стане можливою після вибору способу інтепретації не кількісних показників у кількісні.

Згідно концепції інформатизації освіти якість освіти характеризується наступними групами показників:

- показники якості змісту освіти;
- показники якості технологій навчання;
- показники якості результатів освіти.

Цьому поділу показників на групи відповідає і пропоноване групування показників якості по наступних аспектах і властивостях забезпечення, організації та проведення навчального процесу:

- навчальні плани і програми;
- база навчальних матеріалів;
- технічне забезпечення;
- методики і технології проведення навчальних занять, включаючи тестування учнів (процедури проміжного і підсумкового контролю, можливе використання результатів анкетування учнів).
- можливості виробничої підсистеми;
- кадрове забезпечення;
- організаційне забезпечення.

Вибір груп показників і конкретних показників якості повинен бути підпорядкований наступним вимогам: потрібно враховувати основні показники, які, по-перше, істотно впливають на якість процесу ДО, по-друге, можуть бути оперативно оцінені для практичного використання в системі управління якістю.

До групи "Навчальні плани і програми" входять наступні показники:

- відповідність навчальних планів існуючим стандартам професійної освіти;
- наявність навчальних програм, їх відповідність стандартам професійної освіти, сучасному стану предметної області і дидактичним вимогам.

В даний час розроблені приблизні навчальні програми з усіх дисциплін вищої освіти, що додаються до стандартів професійної освіти. Тому мова повинна йти про робочі програмах дисциплін.

До групи "База навчальних матеріалів" входять наступні елементи якості електронних підручників:

- відповідність змісту підручника затвердженою навчальною програмою;
- відповідність обсягу матеріалу встановленим нормам;
- відповідність змісту підручника та його форми;
- повнота складу (комплектація) підручника;
- сучасність навчального матеріалу;
- прийнятий у підручнику спосіб самотестування учнів.

Оскільки не всі властивості підручника охоплює наведений перелік показників, можна список показників розширити, ввівши в нього експертні оцінки методичного, змістовного та технологічного рівнів навчального матеріалу.

Показники групи "Технічне забезпечення ДО":

- достатність в кількісному відношенні комп'ютерного оснащення навчальних класів, ступінь його відповідності вимогам, що пред'являються до ПК для систем ДН.
- пропускна здатність каналів передачі даних.

До групи "Методики і технології проведення навчальних занять в системі ДН" входять елементи якості, що характеризують технології спілкування викладач-студент, студент-студент та проведення контрольних заходів:

- ступінь доступності викладачів;
- зручність форми спілкування викладач-студент і студент-студент;
- об'єктивність і повнота експертизи підготовки студентів при проведенні контрольних заходів (екзаменаційних та залікових сесій, захистів проектів);
- забезпеченість циклу лабораторних робіт та курсового проектування необхідними програмними засобами.

Поряд з технологіями, які передбачають роботу студентів під постійним контролем і керівництвом з боку викладачів, знаходять застосування технології навчання під керівництвом віртуальних викладачів, у якості яких виступають інтелектуальні навчальні системи. У цьому випадку на перший план виходять показники якості мережевих підручників, що характеризують їх роль, як "віртуальних викладачів".

Показники групи "Можливості виробничої підсистеми":

- характеристики інструментальних засобів для розробки електронних (мережевих) підручників і навчальних посібників;
- наявність і продуктивність обладнання для виготовлення твердих копій, відеокурсів, компакт-дисків.

Показники групи "Кадрове забезпечення":

- процентне співвідношення викладачів з вченими ступенями доктора і кандидата наук та без міри,
- наявність наукових та / або методичних публікацій у викладачів, авторство в курсах ДО, рекомендованих до тиражування.

Показники групи "Організаційне забезпечення":

- наявність автоматизованої системи управління документами, часто іменованої електронним деканатом,
- наявність системи управління якістю навчання.

Система управління якістю відповідно до стандартів ISO 9000 є документальною системою, що включає опис політики навчального закладу в галузі забезпечення якості, різні документи по регламентації обов'язків і повноважень осіб, пов'язаних із забезпеченням якості, вимоги до використовуваних ресурсів ДН, до показників якості навчальних матеріалів і процедур навчального процесу, плани дій щодо забезпечення цих вимог і т.п.

2.4. Побудова моделі якості систем дистанційного навчання

При побудові моделі якості систем дистанційного навчання необхідно передбачити та врахувати такі аспекти, як: якість навчальних матеріалів, якість інструкторів курсу та якість програмних платформ підтримки процесу дистанційного навчання (рис. 2.1). Виходячи з того, що при аналізі рекомендацій міжнародних стандартів встановлено, що кожна з категорій якості описує властивості у вигляді наборів атрибутів, які можуть бути виражені у кількісному та якісному вигляді та відповідних характеристик, то в загальному випадку моделі якості систем дистанційного навчання можна представити за допомогою кортежа функцій:

$$Q_{DS} = \langle Q_{SM}, Q_T, Q_S \rangle \quad (2.1)$$

де Q_{DS} – якість систем дистанційного навчання;

Q_{SM} – якість навчальних матеріалів;

Q_T – якість кадрового забезпечення;

Q_S – якість програмного засобу підтримки дистанційного навчання.

Якість навчальних матеріалів, зазвичай, представляють наборами атрибутів.

При цьому кожному атрибуту у відповідність необхідно поставити метрику – для кількісного вираження міри атрибуту. Тому, для формалізації моделі якості навчальних матеріалів скористаємось базисом теорії множин:

$$Q_{SM} = \{H_i^{SM}, A_{ij}^{SM}, M_{ij}^{SM}\} \quad (2.2)$$

H_i^{SM} – характеристика якості навчального матеріалу, $i = 1..n$ - кількість характеристик якості навчального матеріалу;

A_{ij}^{SM} – атрибут якості навчального матеріалу, $j = 1..k$ - кількість атрибутів якості навчального матеріалу;

M_{ij}^{SM} – метрика якості навчального матеріалу.

В загальному випадку, модель якості навчальних матеріалів запропоновано представляти у вигляді ієрархічного дерева (графа), як показано на рис. 2.2.

$$H = \{H_1, H_2 \dots H_n\}$$

$\updownarrow \quad \updownarrow \quad \quad \quad \updownarrow \quad \updownarrow$

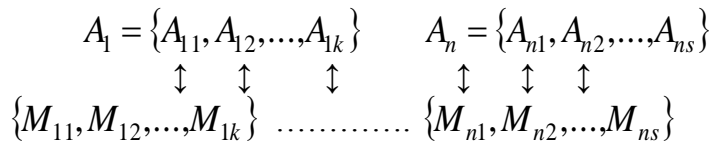


Рис 2.2. Ієрархічна структура моделі якості навчальних матеріалів

Вершиною ієрархії є H_1, \dots, H_n – характеристики, на нижчому рівні показано, $\{A_{im}\}$ – множина атрибутів підхарактеристик, які вибрані з врахуванням специфіки предметної області, $\{M_{im}\}$ – відповідні метрики, які можуть вибиратися із стандартизованого переліку.

По аналогії до моделі якості навчальних матеріалів у системах дистанційного навчання проведено формалізацію моделі якості кадрового забезпечення:

$$Q_T = \{H_i^T, A_{ij}^T, M_{ij}^T\} \quad (2.4)$$

H_i^T – характеристика якості кадрового забезпечення, $i = 1..n'$ - кількість характеристик якості кадрового забезпечення;

A_{ij}^T – атрибут якості кадрового забезпечення, $j = 1..k'$ - кількість атрибутів якості кадрового забезпечення;

M_{ij}^T – метрика якості кадрового забезпечення.

Для оцінювання якості програмного засобу дистанційного навчання запропоновано скористатись формалізацією моделей якості програмних систем, наведених у. Якість будь-якої програмної системи, згідно із стандартом ISO 25010 можна описати у вигляді трьох моделей: модель якості у використанні, модель зовнішньої якості та модель внутрішньої якості.

Формально модель Q_S можна також представити кортежем моделей:

$$Q_S = \langle Q_{use}, Q_{ext}, Q_{int} \rangle \quad (2.5)$$

Для адекватного застосування та адаптації відповідних моделей якості наведемо більш детальну схему залежностей між категоріями якості через їх характеристики (рис 2.3).

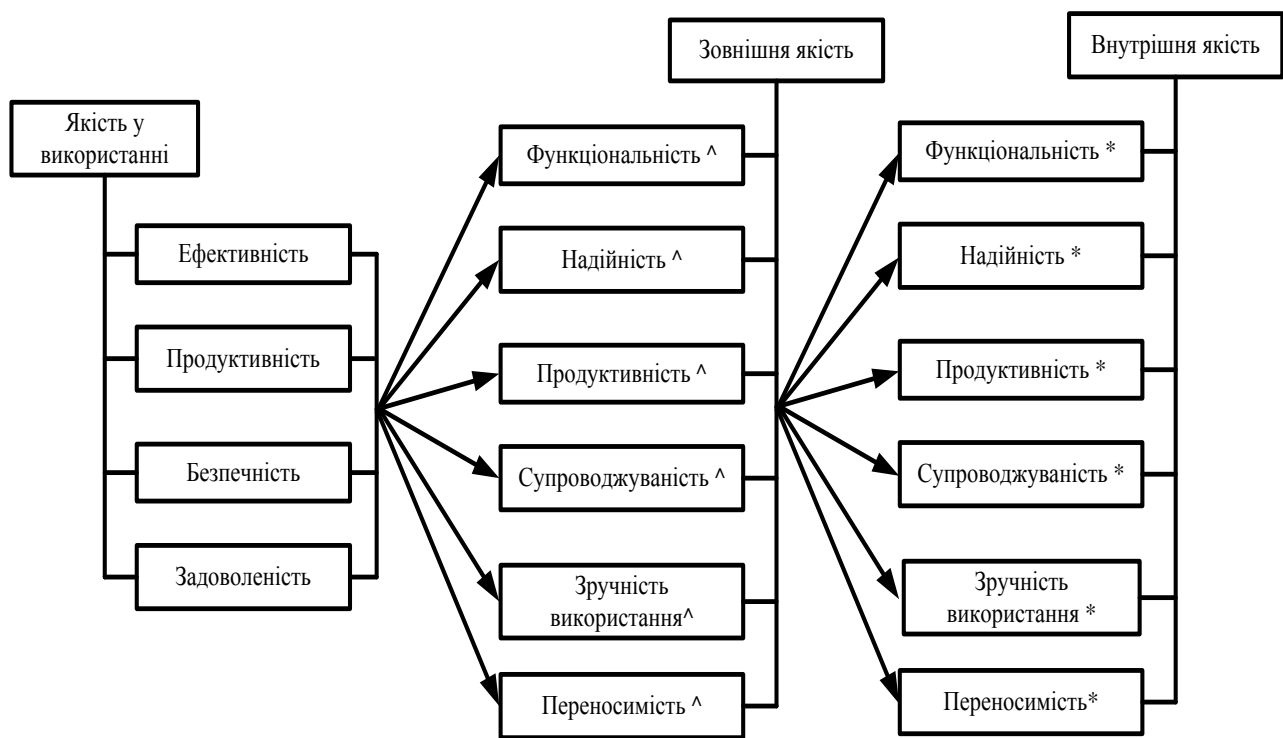


Рис 2.3. Залежності між категоріями якості стандарту ISO 9126

Виходячи із представлення залежності між категоріями якості (рис. 2.3), зміна характеристик однієї з них відображається відповідним чином на характеристиках всіх інших категорій.

У серії стандартів ISO/IEC 25000 введено ієрархічну модель з шістьма основними характеристиками для зовнішньої та внутрішньої якості і чотирма характеристиками якості у використанні, кожна з яких охоплює досить широкий спектр властивостей ПС. У зв'язку з чим виділено 27 підхарактеристик, що визначають якість внутрішньої частини системи, і 21 підхарактеристику зовнішньої якості. У першій частині наведено та визначено характеристики якості і відповідні їм підхарактеристик готового програмного продукту. У наведено метрики, які вибирають для вимірювання атрибутів характеристик якості, виходячи із специфіки предметного середовища, а в **Ошибка! Источник ссылки не найден.**— характеристики і метрики якості у використанні. Оскільки, моделі якості можна пов'язати з відповідними, послідовно виконуваними етапами ЖЦ ІС, то очевидно, що характеристики якості у використанні залежать від характеристик зовнішньої якості, а ті в свою чергу залежать від характеристик внутрішньої якості. Побудувати ці залежності в аналітичному вигляді неможливо, тому для вирішення цієї задачі

можна використовувати методи статистичного моделювання та експертного оцінювання, хоча слід враховувати складність отримання достатньої кількості статистичних даних. Проте це дозволяє розробникові своєчасно вносити необхідні зміни у проміжні продукти на різних стадіях ЖЦ ІС. Прикладом реалізації таких підходів є побудова матриць кореляції, які є компонентою «будинку якості» методу QFD. На основі цих залежностей можна здійснити комунікацію вимог якості на стадіях ЖЦ ПС і таким чином забезпечити контроль проміжних продуктів проектування.

Для використання моделей якості в технологічних процесах проектування ПС необхідно розробити формалізоване їх представлення, яке було б зручним та зрозумілим для розробників та замовників.

На даний час запропоновано декілька формалізацій моделей якості, це теоретико-множинне, модель яка використовує формалізм теорії категорій . Для задач, які розглядаються, найбільш прийнятною на наш погляд є теоретико-множинне представлення моделі через простоту і зрозумілість для усіх сторін процесу розробки

Слід зазначити, що рекомендацій по побудові формалізованої процедури або методу розробки моделей якості стандарт не містить, а побудовані моделі з використанням формальних методів є досить абстрактними, що ускладнює їх аналіз і використання в процесах проектування ПС. Це в свою чергу негативно позначається на адаптації сучасних CASE-засобів або розробці нових, для формування та оцінювання якості вимог до ПС. У зв'язку з цим необхідно провести дослідження й аналіз методів формалізованого представлення моделей якості стандарту для наступного аналізу та використання при розробці, контролі та комунікації вимог якості до ПС.

Одержання продукту, що задовольняє потребам користувача, вимагає ітеративного підходу до розробки ІС з безперервним зворотнім зв'язком. Для забезпечення ефективності, простежуваності і відповідності потреб користувача вимогам до ІС і адекватного проведення оцінювання його якості у запропоновано

формулювати вимоги у вигляді моделей якості стандарту. Проведемо аналіз характеристик і метрик якості у використанні.

Стандартом **Ошибка! Источник ссылки не найден.** визначено наступні характеристики якості у використанні:

– Продуктивність – проявляється у здатності ПС досягати зазначених користувачем цілей із точністю та повнотою, що визначені середовищем експлуатації ПС.

– Ефективність – здатність ПС забезпечити ефективність використання відповідної кількості наявних у користувача ресурсів в заданих умовах використання.

– Задоволеність – визначає здатність і ступінь, в якому ПС задовільняє користувачів при використанні у визначеному контексті.

– Безпечність – здатність ПС задовільняти прийнятні рівні ризику щодо шкоди людям, бізнес-системам, ПС в заданому контексті використання.

Виходячи з наведеного вище, можна побудувати відповідну модель якості для ПС з врахування специфіки області застосування, оскільки її характеристики відображають загальні потреби користувачів і замовників у ІС, а відповідні їм атрибути та метрики – дозволяють виразити кількісну та якісну міру їх задоволення (рис. 2.4.).

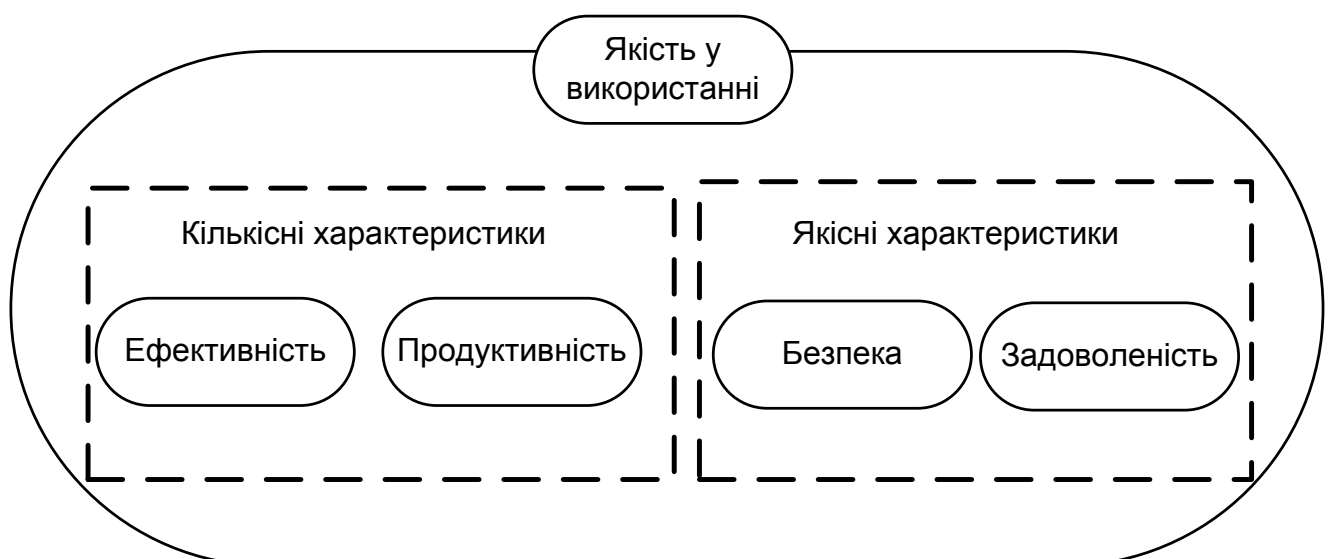


Рис. 2.4. Структура моделі якості у використанні

Для побудови моделі якості у використанні необхідно визначити, зафіксувати та формалізувати множину потреб замовника і користувачів R_c бізнес-системи. Формалізацію потреб у бізнес-системі виконаємо з використанням теретико-множинної нотації, тобто у вигляді множини, компонентами якої є потреби замовників і користувачів ІС, а також відповідних обмежень на ці потреби

$$R_c = \{P_i, C_{ik}\}, i = \overline{1, N}, K = \overline{1, M_i}, \quad (2.6)$$

де P_i – потреби користувача;

C_{ik} - обмеження на потреби;

N – кількість потреб замовника;

K – кількість обмежень на потреби.

Виходячи з бізнес-вимог та вимог предметної області, для кожної потреби P_i задається множина атрибутів, $\{A_{iK}\}, K = \overline{1, S_i}$, які відображають ступінь задоволення i -ої потреби. В результаті отримуємо сукупність

$$\{P_i, A_{iK}, C_{iK}\}, i = \overline{1, N}, K = \overline{1, S_i}. \quad (2.7)$$

Сукупність $\{P_i, A_{iK}, C_{iK}\}, i = \overline{1, N}, K = \overline{1, S_i}$ представляє вимоги до ІС користувача бізнес-системи.

Для запису цих вимог в стандартизованому вигляді відобразимо (2.7) на елементи структури моделі якості у використанні. У результаті отримуємо модель якості R_{use} користувача бізнес-системи, сформульовані в стандартизованих термінах.

$$Q_{use} = \{H_i^u, A_{ik}^u, C_{ik}^u, M_{ik}^u\}, i \in N_u^k, K = \overline{1, S_i}. \quad (2.8)$$

Процедуру відображення (1) на структуру (2) реалізовано за два кроки:

- представлення (2.1) у вигляді шаблону $\{s_1, s_2, s_3\}$ де s_1 – поле «назва компоненту до якого сформульована вимога» s_2 – поле «атрибут або характеристика якості» виділені з тексту (2.6) та s_3 – поле «метрика вимірювання»;
- класифікація атрибутів s_2 за стандартизованими наборами характеристик і метрик з використанням бази знань, сформованої експертним шляхом. У базі знань містяться асоціації між атрибутом шаблону та стандартною характеристикою і відповідним їй атрибутом якості, визначеним з аналізу предметної області та специфіки класу до якого належить ІС. Класифікація проводиться шляхом пошуку в базі знань такої пари $\{s_{1n}, s_{2n}, s_{3n}\}$ та $\{H_i^u, A_{ij}^u, M_{ij}^u\}$ для якої виконується нерівність $\{Supp_l\} \geq \{\overline{Supp_l}\}$, де $\{Supp_l\}, l = \overline{1, L}$, – підтримка асоціації, $\{\overline{Supp_l}\}$ – визначений граничний рівень асоціації.

Представлення якості у використанні у вигляді моделі (2.8) забезпечує їх формалізацію у стандартизованих, уніфікованих термінах. Це в свою чергу дозволяє адекватно і повно відобразити потреби користувачів бізнес-системи, уникнути нечітких тлумачень та «підміни понять», а також значно спростити розробку засобів автоматизації, орієнтованих на підтримку технологічних процесів ранніх стадій ЖЦ. На основі моделі (2.8) зручно представляти користувацькі вимоги до ІС і в подальшому здійснювати ефективне керування вимогами якості, забезпечувати їх змінюваність, оскільки вони є структурованими.

Для оцінювання зовнішньої якості ІС, запропоновано використання моделі зовнішньої якості, що складається з характеристик, підхарактеристик, атрибутів та метрик. Атрибути, якими вимірюється рівень задоволення потреби по певній підхарактеристиці, вибираються, виходячи з аналізу предметного середовища використання ПС.

Вимоги зовнішньої якості ПС формулюються в термінах моделі зовнішньої якості, шляхом відображення вимог якості у використанні на елементи моделі (2.8) та додаванням тих атрибутів, які не враховувались на попередній стадії. При цьому вимоги зовнішньої якості повинні бути встановлені у специфікації на основі

зовнішніх атрибутів і в подальшому можуть бути використані як критерії оцінювання готового програмного продукту. Структуру моделі зовнішньої якості у термінах характеристик і підхарактеристик наведено на рис. 2.5.



Рис 2.5. Модель зовнішньої якості ПЗ

Для формалізації процедури побудови і представлення моделі зовнішньої якості запишемо її у вигляді множини:

$$\{H_i^x, P_{ij}^x, M_{ij}^x\}, i = \overline{1,6}, j = \overline{1, K_i}, \quad (2.9)$$

де H_i^x – характеристики зовнішньої якості;

P_{ij}^x – підхарактеристики зовнішньої якості;

M_{ij}^x – відповідні метрики;

K_i – кількість підхарактеристик i -ої характеристики.

Оскільки, модель зовнішньої якості повинна відображати потреби користувача на рівні проектування програмного комплексу в цілому та його підсистем, то необхідно відобразити (2.8) на елементи (2.9) і додати необхідні елементи множини,

які не використовувались на попередньому етапі. В результаті отримаємо специфікації вимог зовнішньої якості Q_{ext} в стандартизованих термінах.

$$Q_{ext} = \{H_i^x, P_{iK}^x, A_{iK}^x, C_{iK}^x, M_{iK}^x\}, i \in N_x, K = \overline{1, F_i^x}. \quad (2.10)$$

Формалізоване представлення вимог зовнішньої якості дає змогу однозначно та повно відобразити вимоги якості у використанні, які реалізують потреби користувача та замовника ІС. Крім того, формалізація вимог на етапі їх розробки забезпечує точність та простоту подальшої розробки проекту, зокрема це стосується вибору та побудови майбутньої архітектури ПС. Тому впровадження запропонованої формалізації моделі зовнішньої якості ПС є досить актуальним, оскільки дозволяє спростити та автоматизувати цей процес, а також науково обґрунтувати доцільність і практичність застосування стандартів.

Вимоги внутрішньої якості використовують для визначення властивостей проміжних станів системи. При цьому можна використати статичні та динамічні моделі, технічну документацію та код. Вимоги внутрішньої якості можуть бути використані для визначення стратегії подальшої розробки та можуть виступати в якості критеріїв оцінювання і верифікації процесу розробки. Вимоги внутрішньої якості, як і всіх інших категорій запропоновано оцінювати кількісно з використанням відповідних атрибутів і метрик.

Переходячи до формалізації моделі внутрішньої якості, зазначимо, що у визначено загальну ієрархічну структуру залежностей між характеристиками внутрішньої якості, які є такими ж як у моделі зовнішньої якості. Фактично модель внутрішньої якості, відображає та доповнює модель зовнішньої якості з погляду структури та функціональності модулів системи. Типи критеріїв для оцінювання характеристик і підхарактеристик внутрішньої моделі якості, наведено на рис. 2.6. Їх класифікують за трьома групами: описового характеру, кількісного та якісного вимірювання.

Оскільки, структура стандартизованої внутрішньої моделі якості має вигляд аналогічний до структури зовнішньої моделі якості, то формально її можна

представити у вигляді (2.9). Атрибути внутрішньої моделі якості запропоновано формувати на основі відображення атрибутів зовнішньої моделі якості на функціональні модулі продукту та елементів, які не увійшли до жодної з розглянутих вище моделей. Формалізоване представлення вимог внутрішньої якості R_{in} при відображенні на модель (2.9) матиме наступний вигляд:

$$Q_{int} = \{H_i^x, P_{iK}^x, A_{iK}^y, C_{iK}^y, M_{iK}^y\}, i \in N_x, K = \overline{1, F_i^y} \quad (2.10)$$

Формування специфікацій вимог Q_{int} до модулів програмного комплексу виконується відображення вимог (2.9) на елементи структури моделі внутрішньої якості, в результаті отримується модель (2.10). Це відображення виконується для кожного модуля з врахуванням його функціональності або шляхом відображення на архітектурні шари, наведені в. Метрики для вимірювання атрибутів в (2.5), (2.9), (2.10) на основі асоціативних правил або застосування методу Text Mining визначено з відповідного розділу стандарту ISO 9126.

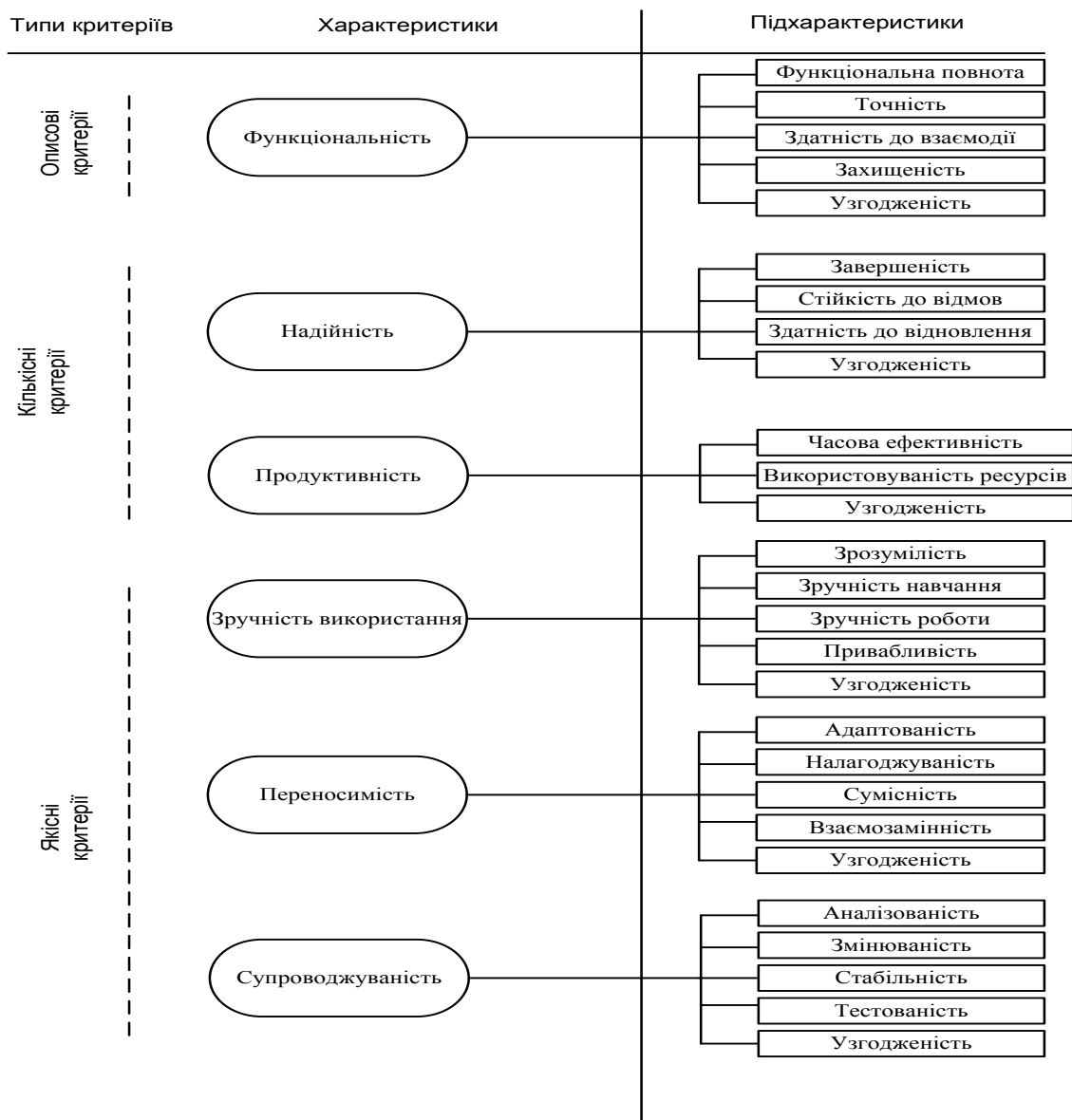


Рис 2.6. Узагальнена модель внутрішньої якості за стандартом ISO 9126

Більш зручно відображати модель (2.10) за трьома шарами: «представлення», «домен», «вихідні дані». Це пов'язано з особливостями їх функціонального призначення. Зокрема, представлення відносяться до модулі системи, які відповідають за взаємодію системи з користувачем. Відповідно атрибути моделі якості, які стосуються користувацького інтерфейсу та інтерпретації бізнес-логіки і даних, відносять до цього шару. Домен відображає функції, а відповідно і вимоги до функціональних модулів, які поступають з шару представлення, а також транслює їх до рівня вихідних даних. У шарі вихідних даних реалізуються вимоги до модулів системи, які відповідають за взаємодію системи із зовнішніми ПС, а також здійснюються моніторинг транзакцій з рівня представлення.

2.5. Дослідження та обґрунтування методів оцінювання якості систем дистанційного навчання

Оскільки, моделі якості систем дистанційного навчання мають ієрархічну структуру, то для оцінювання їх якості запропоновано скористатись методом аналізу ієрархій. Цей метод базується на декомпозиції цілей вибору на прості складові та визначенні їх оцінок експертним шляхом, що в подальшому дає змогу встановити важливість альтернатив щодо цілі вибору.

У процесі розробки та проектування технічних і програмних систем такими критеріями виступають показники якості ІС, зокрема, функціональність експлуатація, зручність у використанні та ін. У випадку оцінювання якості систем дистанційного навчання для кожної з моделей якості необхідно проаналізувати її атрибути якості. Даний метод передбачає наявність системи оцінювання альтернативних варіантів технічних і програмних рішень, що передбачає опрацювання великої кількості показників якості та має ієрархічну структуру.

Для оцінювання альтернатив за критеріями якості використовуються три методи порівняння:

1. метод парного порівняння;
2. метод порівняння альтернатив щодо стандартів;
3. процедура лінійного нормування кількісних величин.

При дослідженні систем дистанційного навчання, переваги за критеріями в яких змінюються у часі, застосовуються ще два методи:

1. метод попарного порівняння динамічних переваг експертів;
2. метод попарного порівняння динамічних переваг з поліпшенням узгодженості введеної експертами інформації.

Застосування методу аналізу ієрархій починається з побудови ієрархічної структури задачі прийняття рішень. При цьому вершиною ієрархії є мета, на нижчих рівнях розташовані критерії і альтернативи. Альтернативи формують найнижчий ієрархічний рівень.

Коли сформовано ієрархічну структуру, наступним кроком є оцінювання елементів ієрархії (альтернатив відносно критеріїв, критеріїв щодо більш узагальнених критеріїв). На третьому кроці виконується згортка всіх оцінок ієрархії для отримання пріоритетів альтернатив відносно мети.

При побудові ієрархії можна використовувати три підходи. Перший підхід полягає в конкретизації (декомпозиції) заданої множини елементів (зокрема, критеріїв). Другий спосіб передбачає синтез більш загальних елементів із заданих локальних. Третій спосіб полягає в упорядкуванні попередньо заданої множини елементів на основі їх попарного порівняння. Після побудови ієрархії, використовується метод отримання оцінок її елементів відносно елементів більш високого рівня ієрархії: метод парних порівнянь, метод стандартів, процедура лінійного нормування кількісних величин.

Метод попарного порівняння елементів має обмеження на кількість порівнюваних елементів (не більше семи). Порівняння альтернатив щодо стандартів може застосовуватися, коли порівнюваних елементів більш ніж десять, і коли потрібно включати в ієрархію нові альтернативи.

Метод попарного порівняння динамічних переваг застосовується, коли судження експерта про перевагу по якомусь критерію змінюється на досліджуваному проміжку часу, і коли можливо побудувати аналітичні залежності по всіх елементах матриці парних порівнянь.

Метод попарного порівняння динамічних переваг з поліпшенням узгодженості введеної експертами інформації слід використовувати, якщо деякі аналітичні залежності не визначені, або якщо не вдається домогтися узгодженості експертних суджень.

У випадку використання методу парних порівнянь, в ієрархії виділяють елементи двох типів: елементи-«батьки» і елементи-«нащадки». Елементи-«нащадки» впливають на відповідні елементи вищого рівня ієрархії. Матриці парних порівнянь будуються для всіх елементів-«нащадків», що відносяться до відповідного елемента-«батька». Елементами-«батьками» можуть бути елементи, які відносяться до будь-якого ієрархічного рівня, крім останнього, на якому

розташовані, альтернативи. Парні порівняння проводяться в термінах домінування одного елемента над іншим. Отримані переваги виражаються в цілих числах 9-ти бальної шкали (табл. 2.3).

Таблиця 2.1

Шкала оцінювання критеріїв якості

ступінь важливості	Нечітке значення	Опис
1	Незначні	Два варіанти в однаковій мірі впливають на мету (проміжну, кінцеву)
3	Помірна перевага	Перевага надається одному з варіантів в більшій мірі, ніж іншому, однак є недостатньо обгрунтованою.
5	Сильна перевага	Існують надійні факти або логічні судження, які визначають перевагу одного з варіантів.

Продовження таблиці 2.1

Ступінь важливості	Нечітке значення	Опис
7	Чітка перевага	Переконливі аргументи на користь одного з варіантів
9	Абсолютна значимість	Аргументація переваги одного з варіантів є максимально переконливою
2,4,6,8	Смежні значення між двома сусідніми судженнями	У випадку, коли потрібно знайти компромісне рішення

Дана шкала дозволяє ставити у відповідність ступінь переваги одного порівнюваного критерію якості над іншим. При використанні зазначеної шкали експерт, порівнюючи два атрибути якості повинен поставити у відповідність число в інтервалі від 1 до 9 або зворотне їх значення.

Застосування методу Сааті для визначення вагових множників атрибутів моделей якості передбачає побудову деякої матриці \overline{Mx} їх попарного порівняння (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Матриця попарних порівнянь

Атрибути моделі якості	A_1	A_2	.....	A_{n-1}	A_n
A_1	1	α_{12}$	.....	\alpha_{1(n-1)}$	α_{1n}
A_2	α_{21}	1	.....	$\alpha_{2(n-1)}$	α_{2n}
.....
A_{n-1}	$\alpha_{(n-1)1}$	$\alpha_{(n-1)2}$	.....	1	$\alpha_{(n-1)n}$

A_n	α_{n1}	α_{n2}	$\alpha_{n(n-1)}$	1
-------	---------------	---------------	-------	-------------------	---

При цьому коефіцієнти α_{ij} , які знаходяться над головною діагоналлю матриці, визначаються експертним шляхом (користувачами, аналітиками), а інші є власними значеннями матриці. Власні значення матриці α_{ij} ($i > j$) обчислюють за формулою $\alpha_{ij} = 1/\alpha_{ji}$. На основі вагових множників матриці попарних порівнянь можна отримати вектор $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n)$, який є власним вектором матриці \overline{Mx} та відповідає визначнику (максимальному числу) $\lambda = n$ цієї матриці. Компоненти вектора можна обчислити, розв'язавши систему лінійних рівнянь $\overline{Mx} \cdot \alpha = \lambda_{\max} \cdot \alpha$, при цьому буде єдиний розв'язок, що відповідає умові $\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1$. Вектор $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n)$ представляє вагу кожного атрибута в загальній якості ПС і згідно методу передбачає визначення ваги основних характеристик якості ІС для їх максимізації. Для цього проводять ранжування характеристик моделей якості, в результаті чого отримують деякий вектор $\beta = (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k)$. Вагу атрибутів моделей якості, що виражені через компоненти вектора $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n)$ можна також трактувати, як значення функції пріоритету деякої потреби користувача, тобто $\alpha_i = f_i(\Pi_j)$, де $j = \overline{1, m}$. Тоді кількісне вираження вагових коефіцієнтів користувацьких потреб в ІС обчислюють за формулою $AR = \arg \max_i G(\Pi_i)$, де $G(\Pi_i) = \sum_{j=1}^k \beta_j \cdot f_j(\Pi_i)$, $i = \overline{1, n}$. Однак застосування цього методу вимагає розв'язку ряду додаткових завдань, що виникають в процесі опитування користувачів. Одним з факторів, що негативно позначається на коректності вагових множників вектора $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n)$, є незалежне формування компонентів α_{ij} матриці \overline{Mx} , яке може привести до протиріччя результатів опитування в контексті порушення очевидних правил типу $\alpha_{ik} \cdot \alpha_{kj} = \alpha_{ij}$.

У випадку отримання недостовірної та суперечливої інформації щодо ваги атрибутів моделі якості у використанні пропонується використовувати простий алгоритм вибірки. На відміну від методу Сааті, такий підхід до визначення вагових множників атрибутів не потребує побудови матриці попарних порівнянь, а базується на принципі порівняння ваги попереднього та наступного атрибутів якості. В такому випадку вагу одного атрибута над іншим виражають таким чином, щоб визначити наскільки перший атрибут важливіший за другий і т.д. Нехай загальна кількість атрибутів моделі якості у використанні буде рівна n . Для визначення їх ваги скористаємось транзитивною шкалою і базою $a = 2$ (табл. 2.3)

Таблиця 2.3

Транзитивна шкала за основою, $a=2$

Інтерпретація пріоритету	$a=2$
Незначно переважає	2
Сильно переважає	4
Дуже сильно переважає	8
Абсолютно переважає	$16 \text{ і } >16$

Нехай при порівнянні атрибутів моделі якості у використанні виставлено наступні значення вагових коефіцієнтів:

$\alpha_{12} = b_1, \alpha_{23} = b_2, \dots, \alpha_{i(i+1)} = b_i, \dots, \alpha_{(n-1)n} = b_{n-1}$. Використавши відношення $\alpha_{ij} = \alpha_i / \alpha_j$

та нормувавши вектор α , в загальному випадку отримаємо числове представлення:

$\alpha(b_1 \cdot \alpha_2, b_2 \cdot \alpha_3, \dots, b_i \cdot \alpha_{i+1}, \dots, b_{n-1} \cdot \alpha_n, 1 / (\alpha_n + \sum_{i=1}^n c_i \cdot \alpha_n))$, де c_i – коефіцієнти, які

виражають значення пріоритету атрибутів через значення $b_i, i = \overline{1, N}$ та останню

координату α_n вектора $\alpha(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n)$. Використання простого алгоритму вибірки

може застосовуватись ефективніше за метод Сааті або Коггера і Ю, оскільки

кількість порівнянь, які необхідно виконати в першому випадку ($N_1 = mn - 1$)

менше, ніж в другому ($N_2 = \frac{m^2 - m}{2} + m \frac{n^2 - n}{2}$). Тут m – кількість атрибутів, n – кількість альтернатив.

2.6. Обґрунтування алгоритму оцінювання якості систем дистанційного навчання

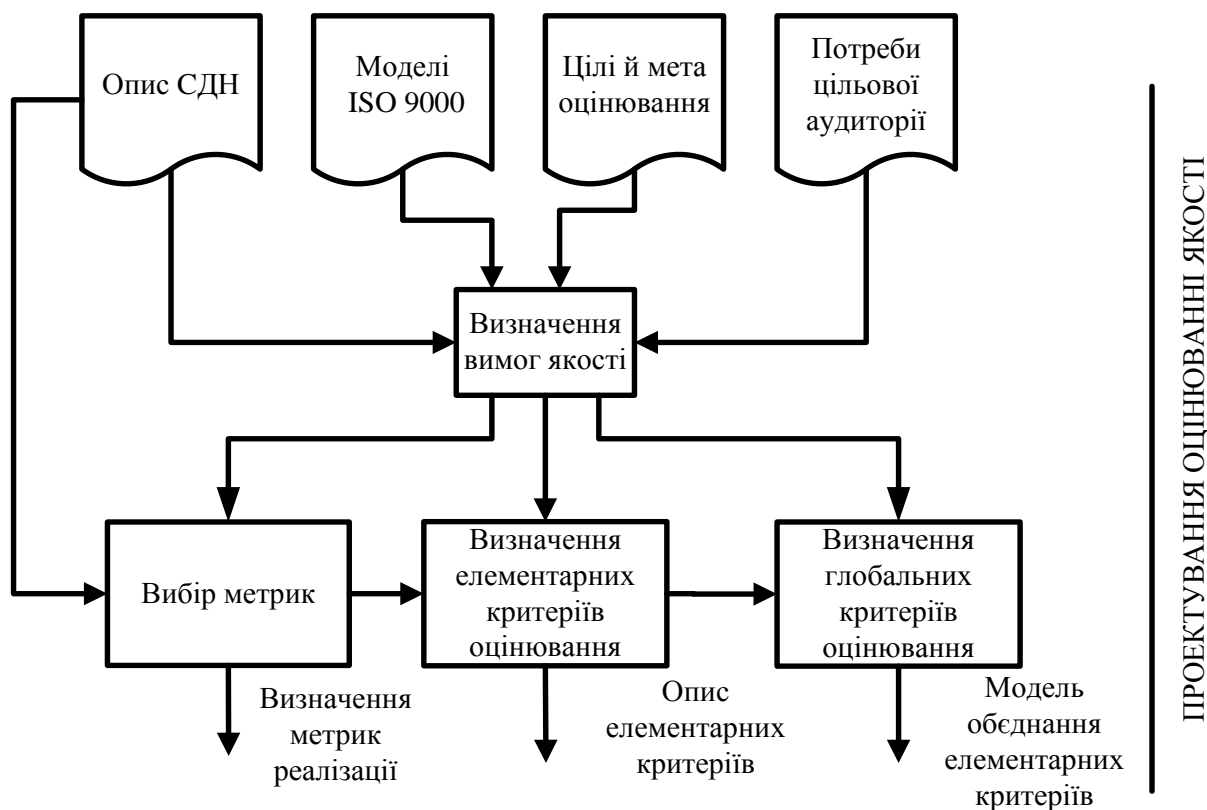
Для визначення якості систем дистанційного навчання, процес оцінювання пропонуємо розглядати в контексті проектування та реалізації. Процес проектування, як складова загального процесу оцінювання якості, є його теоретичною основою і містить побудову специфікації вимог якості, вибір метрик і визначення критеріїв оцінювання, а також побудову моделі для об'єднання елементарних критеріїв. На рис. 2.7 зображено процес проектування із зазначенням етапів, основних вхідних, проміжних і вихідних даних.

Етап визначення вимог якості відображає потреби цільової аудиторії ІС, враховує критерії базової моделі якості й мету оцінювання. Тому особливості предметного середовища, характеристики, підхарактеристики моделі якості, потреби цільового користувача повинні бути відображені у дереві вимог якості. Для спроектованих вимог якості необхідно задати атрибути і метрики й поставити у відповідність елементарні критерії оцінювання. Сукупність елементарних критеріїв, що характеризують одну і ту ж сутність, становлять частинні або глобальні критерії якості. Виходячи з наведеного представлення процесу проектування, отримано моделі якості, на базі яких проводиться процес реалізації оцінювання якості.

Процес реалізації оцінювання якості систем дистанційного навчання містить три фази: вимірювання показників реалізації, елементарне оцінювання та частинне або загальне оцінювання. На рис. 2.8 зображено взаємозв'язок між цими етапами, проміжні та вихідні дані процесу реалізації оцінювання.

Вимірювання показників якості систем дистанційного навчання здійснюють на основі атрибутів, визначених у процесі проектування. Способи та методи вимірювання значень показників можна проводити автоматизованим шляхом або ж

отримувати вручну. Це залежить від типу атрибута, метрики та наявних ресурсів, якими володіють експерти з оцінювання якості.



Рис

2.7. Процес проектування як складова процесу оцінювання якості

Вимірне значення атрибута не дозволяє визначити рівень задоволення вимог якості. У зв'язку з цим запропоновано здійснювати відображення метрик атрибутів на шкалу, ранжовану згідно з визначеними ступенями задоволення вимог якості. Дану процедуру здійснюють на етапі елементарного оцінювання показників якості (рис. 2.12.)

Для того, щоб отримати комплексну оцінку якості системи дистанційного навчання за визначеними характеристиками моделей або за сукупністю цих характеристик, необхідно враховувати вагу кожного атрибута якості. Цей процес відбувається на етапі частинного або загального оцінювання якості.

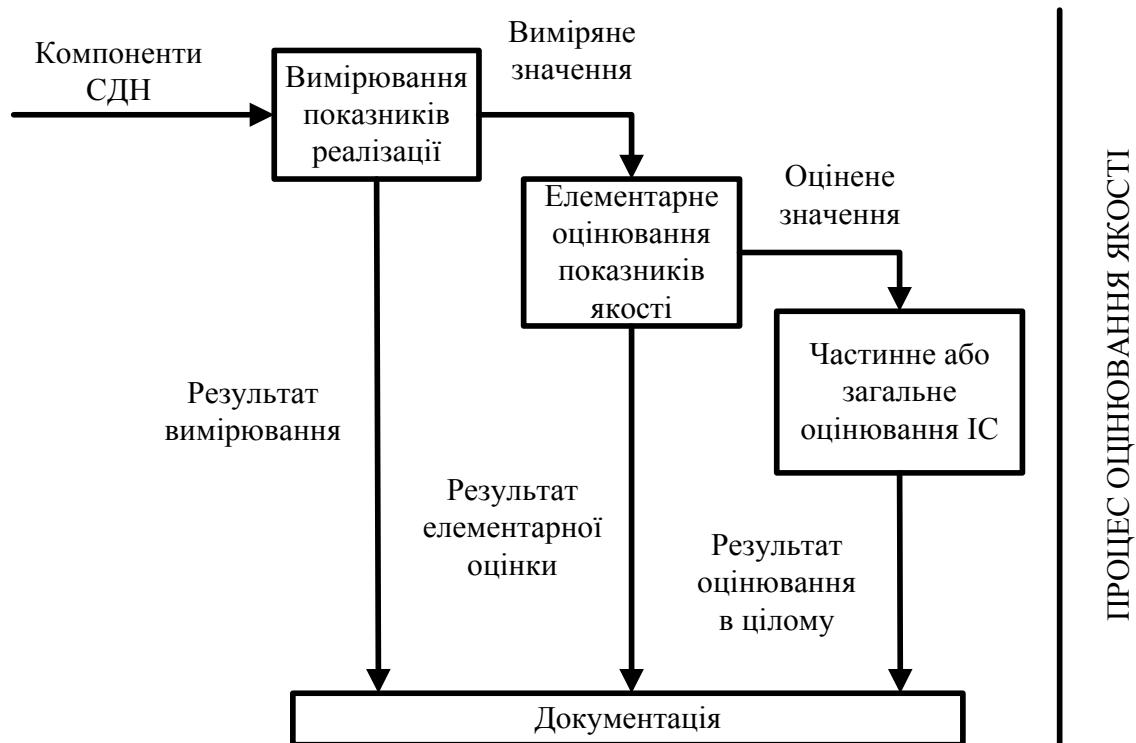


Рис. 2.13. Процес реалізації оцінювання якості ІС

Виходячи з етапів процесу оцінювання якості систем дистанційного навчання, в якому враховано аспекти теоретичного (процес проектування) та прикладного (процес реалізації) спрямування, можна виділити чотири основних фази:

- визначення та специфікація вимог якості;
- локальне оцінювання;
- комплексне оцінювання;
- висновки та рекомендації.

Фаза локального оцінювання якості web-застосувань, якими є системи дистанційного навчання включає кількісне вимірювання значення реалізації вимоги якості та визначення ступеня її задоволення. Для будь-якої вимірної властивості A_i з дерева вимог можна приєднати змінну X_i , яка дозволить отримати кількісне значення з прямої чи непрямої метрики. Але це значення не відображає рівня задоволення вимог якості. Отже, необхідно задати деяку елементарну функцію, яка б виражала саме ступінь задоволення вимог і дозволяла оперувати значенням міри її якості. Залежно від типу та інтерпретації вимоги, для кожної з них задається своя

елементарна функція.

Для прикладу, наведемо атрибут, який відповідає за підрахунок зв'язків до ізольованих або відсутніх сторінок web-сайту. Виходячи з призначення атрибута, можливе застосування такої непрямої метрики:

$$X = \frac{\text{Кількість пошкоджених посилань}}{\text{Загальна кількість посилань на сайті}} \quad (2.11)$$

У результаті обчислення отримаємо деяке кількісне значення якості атрибута. При цьому виникає проблема з інтерпретацією та ступенем задоволення відповідної вимоги якості. Для вирішення цієї задачі запропоновано використати елементарну функцію:

$$g(X) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } X = 0; \\ \frac{X_{\max} - X}{X_{\max}}, & \text{якщо } 0 \leq X \leq X_{\max}; \\ 0, & \text{якщо } X \geq X_{\max}. \end{cases} \quad (2.12)$$

де $g(X)$ – елементарна функція для визначення оцінки;

X – метрика атрибута якості;

X_{\max} – погоджена верхня границя, що характеризує допустимість задоволеності вимоги якості.

Отже, використання елементарних функцій дозволяє у відсотковому відношенні інтерпретувати якість задоволення вимог відповідних атрибутів. При цьому шкали та метрики нормуються. Для забезпечення об'єктивності процесу оцінювання, шкала ранжується на три рівні прийнятності:

- 0 – 39% – незадовільний рівень;
- 40% – 59% – граничний рівень;
- 60% – 100% – задовільний рівень.

Крім того, при визначенні якості атрибута можна використовувати коефіцієнт прийнятності, тоді оцінку можна обчислити за формулою

$$q(X) = g(X) \cdot A \quad (2.12)$$

де $q(X)$ – локальний показник якості;

A – коефіцієнт прийнятності, визначений для деякого атрибута в результаті експертного аналізу.

Коефіцієнт прийнятності A виражає якість, доцільність, зручність досліджуваного атрибута з точки зору учасників експертного оцінювання. Діапазон значень, які може приймати показник знаходиться в інтервалі від 0 до 1. Ранжування шкали при цьому аналогічне до рівнів прийнятності, які використовують при оцінюванні якості без показника прийнятності.

Фазі комплексного оцінювання якості систем дистанційного навчання характерна реалізація агрегатної схеми, яка об'єднує усі показники якості, визначені на попередній фазі. У процесі проектування оцінювання якості систем дистанційного навчання запропоновано використовувати моделі оцінювання та сполучні критерії. Це дає нам змогу зробити даний процес більш зрозумілим, точним та структурованим.

Моделі, які використовують при оцінюванні якості систем дистанційного, зокрема, на основі рекомендацій, можна поділити на дві категорії. До першої належать моделі, які базуються на лінійних адитивних моделях, до другої – ті, що використовують нелінійні багатокритеріальні моделі³⁸. При використанні як одних, так інших моделей, важливість показників якості залежатиме від вагових множників.

Припустимо, що процедура комплексного оцінювання якості, використовує лінійну адитивну модель. Тоді визначити частинну або загальну якість систем дистанційного навчання можна, використовуючи інтегральний показник. Інтегральний показник якості обчислюємо за формулою:

$$Q = \sum_{i=1}^N q_i(X) \cdot k_i \quad (2.10)$$

де Q – інтегральна оцінка якості;

k_i – ваговий коефіцієнт;

N – кількість атрибутів.

Отже, інтегральна оцінка якості систем дистанційного навчання є сумою частинних показників якості окремих атрибутів якості визначених у моделях якості, помножених відповідно на вагові коефіцієнти атрибутів.

Ваговий коефіцієнт k – це коефіцієнт, що вказує на важливість окремо взятого атрибута в побудованій моделі якості залежно від області застосування. Ранжування ваги атрибутів для конкретної предметної області відбувається шляхом визначення саме вагового коефіцієнту. З метою зниження впливу суб'єктивних факторів і надання множини оптимальних рішень, при визначенні вагових коефіцієнтів, запропоновано використати метод попарних порівнянь. Даний метод надає можливість вибору альтернативних рішень із множини варіантів і здатний забезпечити той рівень якості, якого потребує замовник. Суть методу попарних порівнянь ґрунтується на побудові матриць попарних порівнянь атрибутів і встановлення експертним шляхом коефіцієнтів відношення між атрибутами.

2.7. Висновки до розділу

Основні результати даного розділу полягають в наступному:

1. Визначено основні фактори впливу на якість систем дистанційного навчання, критерії якості вимог до систем дистанційного навчання та атрибути якості систем дистанційного навчання. Запропоновано та обґрунтовано застосування моделей якості з ієрархічними структурами для представлення якості систем дистанційного навчання, що дало змогу застосувати нелійні багатокритеріальні методи оптимізації для встановлення вагових коефіцієнтів кожного атрибута і забезпечити більшу повноту, у порівнянні з відомими моделями, та адекватність результатів оцінювання.

2. Формалізовано моделі якості для представлення якості навчальних матеріалів, кадрового забезпечення та програмного засобу, що дало змогу структурувати та уніфікувати їх, а також на основі цих моделей забезпечити оцінювання якості за стандартизованими метриками.

3. Проаналізовано та обґрунтовано метод оцінювання якості систем дистанційного навчання. У результаті аналізу встановлено, що застосування методів аналізу ієрархій Сааті, які базуються на експертних оцінках, забезпечують достовірність результатів оцінювання і як наслідок дають змогу адекватно встановити відповідність реалізованих властивостей в ІС потребам замовника.

4. Обґрунтовано алгоритм оцінювання якості систем дистанційного навчання та запропоновано використання інтегрального показника з ваговими коефіцієнтами, що дало змогу кількісно виражати значення локальних показників якості та комплексних характеристик якості систем дистанційного навчання.

РОЗДІЛ 3

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СИСТЕМ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ ТА ПРОГРАМНИЙ КОМПЛЕКС ОЦІНЮВАННЯ ЇХ ЯКОСТІ

3.1. Порівняльний аналіз систем дистанційного навчання та їх функціональних можливостей

Сьогодні широко використовується велика номенклатура систем дистанційного навчання та управління дистанційним навчанням як з відкритим кодом (умовно безкоштовних), так і платних, широковживаних та вузькоорієнтованих.

ATutor - модульна система дистанційним керуванням навчанням з відкритим кодом. Поширюється на основі GNU General Public License. Для установки необхідно мати комп'ютер з веб-сервером Apache 1.3.x, PHP версії > 4.2.0 та MySQL версій > 3.23.x і > 4.0.12 (версії 4.1.x і 5.x офіційно не підтримуються). Система розроблена із врахуванням доступності та можливістю адаптації за бажанням користувача. Щодо операційної системи сервера, обмежень немає - система є кросплатформеною.

Claroline – платформа дистанційного навчання та електронної діяльності з відкритим кодом. Аналогічно з ATutor, поширюється на основі GNU General Public License. Сумісна з такими операційними системами, як Linux, Mac і Windows. Забезпечує інтуїтивно простий інтерфейс для адміністрування. В основу організації Claroline LMS покладено концепцію просторів, пов'язаних з курсом чи педагогічною діяльністю. Кожен з просторів забезпечений інструментарієм для створення, організації та управління навчальними матеріалами; можливостями для забезпечення взаємодії між користувачами тощо.

Live@EDU – система дистанційного навчання, виконана з використанням технології Active Server Pages на платформі Microsoft. Для установки та коректної роботи системи серверна частина повинна бути забезпеченою ОС Microsoft Windows NT Server 4.0, базою даних Microsoft SQL Server 7.0 та Microsoft Internet Information Server 4.0. Клієнтська частина повинна мати установлену ОС, яка забезпечує доступ

до мережі Інтернет та браузер, що обслуговує протокол HTTP версії 3.0, а також програмне забезпечення для перегляду і створення лекційних матеріалів.

eFront є новим поколінням систем електронного навчання, яка об'єднує в собі функції системи управління навчанням та системи створення та управління навчальних матеріалів. Використовується для організації навчального процесу у навчальних закладах, а також для підвищення кваліфікації, атестації та відбору працівників у різномасштабних організаціях. Система побудована на трьох типах користувачів - Адміністратор, Викладач та Студент.

Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) - пакет модульного програмного забезпечення з відкритим кодом (ліцензія GNU GPL), який призначений для створення курсів дистанційного навчання та web-сайтів. Ця програма управління дистанційним навчанням орієнтована на взаємодію між викладачем та студентом, також використовується для підтримки очних курсів. Moodle може бути встановленим на будь-який комп'ютер, який підтримує PHP та роботу із СУБД MySQL, PostgreSQL, Microsoft SQL Server; програмне забезпечення є кросплатформним. В основу проекту покладено п'ять принципів, які об'єднані спільною назвою "соціальний конструктивізм":

- в сучасному навчальному середовищі ми всі одночасно є потенційними вчителями та учнями;
- ми успішні в навчанні, особливо тоді, коли намагаємось створити щось чи пояснювати щось людям;
- великий внесок в навчання роблять спостереження за роботою наших колег;
- розуміння інших дає змогу вивчити їх більш індивідуально;
- навчальне середовище повинне бути гнучким, забезпечувати учасникам навчального процесу простий інструмент для реалізації їхніх навчальних потреб.

SharePointLMS – система дистанційного навчання, розроблена на потужній багатофункціональній платформі MS Office SharePoint Server 2007. Є комплексним рішенням, яке об'єднує всіх користувачів (викладачі, студенти, адміністратори тощо) у єдиний інформаційно-навчальний простір та забезпечує інструментарій для

спільної роботи. На відміну від Moodle, Claroline та ATutor, система є платною. Використовується не лише навчальними закладами та центрами навчання, а й підприємствами, організаціями, державними структурами. Порівняємо наявність та реалізацію модулів у описаних системах:

Таблиця 3.1

Модуль розроблення та представлення навчальної інформації в системі

Система	ATutor	Claroline
Реалізація модулів	<p>ворення курсів (вказується опис, доступ, дата публікації)</p> <p>Модуль відновлення курсів</p> <p>дагування вмісту(ключові слова, схожі теми, попередній перегляд і перевірка відтворення в браузерях)</p> <p>Словник</p> <p>Посилання на інші джерела</p> <p>Список літератури</p>	<p>ворення курсів (вказується опис, доступ)</p> <p>ублікація документів і посилань на сайти інструктора</p> <p>Завантаження файлів</p>

Продовження табл. 3.1

Система	Live@EDU	eFront
Реалізація модулів	<p>Модуль “Лекції” дає можливість ввести в систему підручник курсу, тобто окремий документ HTML, який складається з багатьох сторінок і файлів.</p> <p>Модуль “Методичні матеріали” забезпечує розміщення матеріалів викладачем та доступ до них студентові.</p> <p>Модуль “Бібліографія”</p>	<p>Модуль “Уроки” дає змогу вибудувати логічну структуру лекційних матеріалів.</p>
Система	Moodle	SharePoint
Реалізація модулів	<p>Модуль “Урок” для представлення навчального матеріалу</p> <p>Модуль “Г лосарій” додає коментарі визначенням та автоматично зв’язує слова в лекціях із визначенням глосарію</p>	<p>Модуль “Бібліотека документів” створює єдину централізовану точку зберігання навчальних матеріалів</p>

Таблиця 3.2

Модуль розроблення тестів

Система	ATutor	Claroline
Реалізація модулів	Тести і анкети (запитання, встановлення категорії, оцінка і статистика тестів).	тести (множинний вибір, істина/неправда, ввести в текстове поле, відповідності)
Система	Live@EDU	eFront
Реалізація модулів	Модуль “Оцінки” забезпечує можливість викладачеві вводити оцінки за визначені завдання Модуль “Тести” дає викладачеві можливість легкого створення тестів, які студенти зможуть заповнити на сторінках	Модуль “Тести” забезпечує створення тестів, інформацію про виконання завдань користувачами. Модуль “Звіти” - “Звіти по тестах” дає можливість переглянути статистику правильних та неправильних відповідей на тестові завдання
Система	Moodle	SharePoint
Реалізація модулів	Модуль “Тест” складається з двох частин: теста та бази питань. Тест складається з різноманітних питань, вибраних із бази питань. База питань складається із питань різних типів: з одним варіантом відповіді, багатьма варіантами чи можливістю вписати свій варіант.	Модуль “Тести” призначений для створення тестів, опитувань і роботи з ними.

Контроль лекційного матеріалу

Система	ATutor	Claroline
Імплементація модулів	Опитування учасників курсу (при цьому оцінки не виставляються) Статистика	Онлайн вправи зі списком питань Статистика Вибір сценарію навчання
Система	Live@EDU	eFront
Імплементація модулів	Завдання Папки завдань	Звіти по користувачу (вкладки “Уроки”, “Курси”, “Докладніше”) Звіти по уроках вкладка “Запитання” дає інформацію про відповіді учнів на тести цього уроку “Активність” є звітом про активність студентів за вказаний період часу
Система	Moodle	SharePoint
Імплементація модулів	Журнал реєстрації активності користувачів (студентів) в блоці “Управління”. Можливими параметрами фільтрації журналу є день, назва курсу, група, учасник, виконане завдання.	Модуль “Навчальна програма” призначений для створення впорядкованої структури представлення навчальних матеріалів, а також створення системи тестування та контролю успішності студентів курсу Модуль “Відвідування” призначений для реєстрації відвідувань студентів Курсу “Додаток”. Модуль зберігає всю інформацію про успішність

Система	ATutor	Claroline
Реалізація модулів	Завдання(інструктор задає назву, суть і виконавця) пошук в інтернеті на початковій сторінці або вкладці меню	Виконання завдань відповідно до вибраного сценарію (назва, опис, тип, дата, видимість, дозвіл на завантаження)
Система	Live@EDU	eFront
Реалізація модулів	Модуль “Робоча область” забезпечує спільний простір на сервері, що робить можливим обмін файлами між студентами.	Вкладка “Проекти” модулю “Звіти” забезпечує інформацію про виконання студентами проектів.
Система	Moodle	SharePoint
Реалізація модулів	Модуль “Завдання”. Вчитель створює опис завдання, установку на його виконання та вказує місце, куди студент зобов’язаний завантажити результати. Студент може завантажувати результати у вигляді рефератів, відеоматеріалів, презентацій, таблиць тощо. Модуль “Робочий зошит” відрізняється від модуля “Завдання” тим, що завдання складаються із Відповідей у вигляді тексту, які може редагувати студент	Модуль “Мої файли” призначений для завантаження та збереження файлів користувачів у межах курсу Модуль “Завдання” призначений для створення різних домашніх (додаткових) завдань та перегляду результатів їх виконання Модуль “Плагіат” забезпечує Викладачу можливість контролювати ступінь самостійності роботи Студента, запобігає списуванню матеріалу. Всі документи з “Мої файли” проходять перевірку.

Таблиця 3.5
Інтерактивна взаємодія

Система	ATutor	Claroline
Реалізація модулів	+	+
Взаємодія студент-студент	Персональні повідомлення Модуль обміну файлами Форум	Чат Форум Оголошення Створення подій у календарі Wiki
Взаємодія викладач-студенти	Оголошення FAQ Чат Розміщення новин на баннері Персональні повідомлення Стрічка новин RSS	Оголошення Коментарі Форум Wiki Чат Створення подій у календарі
Взаємодія студенти-викладач	Форум Чат Персональні повідомлення Опитування	Форум Чат Оголошення Створення подій у календарі

Система	Live@EDU	eFront
Реалізація модулів	+	+
Взаємодія студент-студент	Форум Чат WWW	Форум Чат Персональні повідомлення можливість установки модулів блогів та wiki
Взаємодія викладач-студенти	Оголошення Календар Chat Форум FAQ	Форум Чат Персональні повідомлення Блог Дошка оголошень FAQ Цитата дня Спільні коментарі
Взаємодія студенти-викладач	Чат Форум	Форум Чат Спільні коментарі Персональні повідомлення
Система	Moodle	SharePoint
Реалізація модулів	+	+
Взаємодія студент-студент	Форум Чат Обмін повідомленнями	Персональні повідомлення Форум Чат
Взаємодія викладач-студенти	Форум Чат Обмін повідомленнями	Конференція Персональні повідомлення Рядок новин Форум

Система	Moodle	SharePoint
Взаємодія студенти-викладач	Чат Обмін повідомленнями	Форум Персональні повідомлення Конференція

Враховуючи основні принципи дистанційного навчання, виведено основні функціональні модулі сучасних систем управління дистанційним навчанням, які містять забезпечення адміністрування системи, доступу до навчальних матеріалів, засоби для забезпечення комунікації між учасниками процесу дистанційного навчання тощо. Відповідно до сформульованих модулів проведено огляд та порівняння щодо наявності та реалізації модулів у системах дистанційного навчання Moodle, Claronline, ATutor, SharePointLMS, Live@EDU, eFront.

Інформація, наведена у роботі, містить інформацію щодо можливостей існуючих систем управління дистанційним навчанням та є актуальною сьогодні для розвитку та розроблення цих систем.

Система дистанційного навчання Lotus Learning Space. Ця СДН, розроблена компанією IBM, надає можливість вчитися і викладати васинхронному режимі, звертаючись до матеріалів курсів у зручний час, брати участь в он-лайн заняттях у режимі реального часу. Викладач може створювати зміст курсу в будь-яких програмах і потім розміщувати створений матеріал у Learning Space. Програма має гнучку систему редагування й адміністрування курсу, дозволяє вибирати різні режими викладання і відстежувати поточні результати роботи студентів.

Курси організовані у вигляді послідовних занять, які можуть бути самостійними, інтерактивними або колективними. Самостійні заняття зазвичай містять матеріали для читання і тести, які необхідно виконати після вивчення матеріалу. Інтерактивні заняття включають лекції у віртуальному класі, участь в он-лайнній дискусії або чаті, роботу з віртуальною дошкою (Whiteboard) і системою сумісного перегляду Web- сайтів (Follow me). Інтерактивні заняття плануються на певну дату і час та проводяться викладачем у віртуальному класі в режимі реального часу. Поточні результати студентів (етап проходження курсу, оцінки,

витрачений час, кількість звернень та ін.) зберігаються в базі даних. Ця інформація доступна викладачеві у будь-який час у вигляді звітів різної форми. Колективні заняття передбачають заняття в оф-лайнній і он-лайнній дискусіях, чаті.

Поточна версія Lotus Learning Space 5.01 забезпечує міграцію дистанційних курсів із попередніх версій Lotus Learning Space; має можливість розробки дистанційних курсів із використанням програмного забезпечення Adobe Flash, Adobe AuthorWare, Adobe DreamWeaver; оснащена системою тестування; відповідає останнім міжнародним рекомендаціям в галузі стандартизації дистанційного навчання; має можливість вбудовування в дистанційний курс сесій із текстовим чи звуковим чатом, відеоконференціями; підтримує режим швидкого відображення веб-сторінок на комп'ютерах користувачів і режим копіювання фрагментів стільниці комп'ютера лектора на комп'ютери користувачів, а також тестування у реальному часі.

Система Blackboard Learning System. Особливістю віртуального середовища навчання Blackboard, розробленого компанією Blackboard Inc., є наявність блоку керування, що налаштовується за принципом відкритої архітектури. Система Blackboard має такі компоненти:

- «Керування курсами» - дозволяє створювати потоки студентів для проходження спільного навчання і надає можливість посеместрово відслідковувати міграцію студентів;
- «Редагування контенту» - за допомогою Wysiwig (візуального редактора);
- «Адаптація потоку» - керування навчальним процесом, узгодження з навчальними програмами, заходами по звітності тощо;
- «Складання плану» - дозволяє використовувати збережений або створювати новий план занять;
- «Навчальні групи» - для встановлення послідовності занять;
- «Курсовий пакет» - весь пакетований контент у форматі Blackboard (додаткова література, мультимедійні матеріали, опитувальники);
- «Інструментарій педагога і студента» - глосарій, дошки

оголошень, Electric Blackboard;

- «Керування особистісною інформацією» - календар, список задач, електронна пошта;
- «Атестація» - надає можливості з перевірки рівня знань тих, хто навчається за допомогою програмних пакетів «Оцінка», «Завдання», «Щоденник», «Дошка звіту і підготовки».

Версія 9.0 програми Blackboard Learn була розроблена у співпраці з викладачами різних країн для вирішення загального для них непростого завдання - організації процесу навчання для різнотипних груп слухачів як в умовах аудиторних, так і позааудиторних занять. Blackboard 9.0 надає цілу низку ефективних засобів для вирішення цього завдання - від засобів соціального навчання до інновацій Веб 2.0, а також інтегровані компоненти, що дозволяють навчальним закладам здійснювати більш якісну оцінку окремих осіб, груп, програм і шкіл. Окрім того, випуск цієї версії значно підвищує відкритість і гнучкість платформи Blackboard, дозволяючи навчальним закладам так чи інакше посилювати закладені в програму можливості або ж використовувати її як розширену базу для додаткових технологій, які їм необхідні для підтримки свого власного підходу до навчання. Відкритість у цій версії Blackboard підвищена за рахунок включення в неї елементів, що забезпечують інтеграцію систем із відкритим вихідним кодом і програм, створених аматорами - включаючи системи управління курсами навчання Sakai і Moodle, доступ до яких не вимагає окремої реєстрації, а забезпечується єдиним входом у рамках платформи Blackboard.

Система дистанційного тренінгу (СДТ) REDCLASS. Цей комплекс програмноапаратних засобів, навчальних матеріалів і методик навчання дозволяє дистанційно навчатися, підвищувати кваліфікацію, контролювати знання в будь-яких галузях діяльності людини, а також напрацьовувати практичні навички з експлуатації й управління програмними продуктами, устаткуванням і технологіями. В основному ця СДТ застосовується для організації корпоративної системи дистанційного навчання і підвищення кваліфікації співробітників компаній; організації системи підвищення кваліфікації фахівців різних напрямів діяльності на

базі спеціалізованих навчальних центрів; організації дистанційного тестування для контролю знань, набутих за допомогою як традиційного очного, так і дистанційного навчання, а також з метою використання у вищих і середніх навчальних закладах у процесі навчання і тестування студентів.

Система дистанційного навчання «Прометей». За допомогою СДН «Прометей», що розроблена російською компанією «Віртуальні технології в освіті», можна побудувати в Інтернет або Інтранет віртуальний університет і проводити дистанційне навчання великої кількості слухачів, автоматизувавши весь навчальний цикл - від прийому заявок до позначки про видачу підсумкового сертифіката. СДН «Прометей» версії 4.2 має такі нові можливості:

- управління доступом до курсів для різних груп користувачів;
- управління дистанційним навчальним процесом із використанням Інтернет або Інтранет;
- розміщення на навчальному порталі інформаційних і довідкових матеріалів; - складання і контроль планів навчання і проведення занять;
- створення, імпорт тестів, а також навчальних матеріалів у різних форматах, в т.ч. імпорт електронних курсів у форматах ШЗ і SCORM;
- забезпечення взаємодії слухачів і викладачів за допомогою форумів (консультацій), чатів (семінарів) й інших електронних засобів спілкування;
- проведення екзаменаційного і самоперевірочного тестування, робота над помилками;
- формування різних звітів за наслідками навчання.

До переваг системи «Прометей» можна віднести 10 видів тестів, можливість використання графіки і мультимедіа в тестах, можливість побудови додаткових звітів, можливість створення розподіленої системи дистанційного навчання (на базі центрального і філіальних вузлів), можливість інтеграції з кадровими, бухгалтерськими, інформаційними і ERP-системами тощо. Для організації навчання у СДН «Прометей» застосовують: реєстрацію на курси за типом електронного

магазину; календарні плани вивчення курсів; новий принцип організації навчально-методичних матеріалів - до курсу можна прикріпити будь-яку кількість електронних книг; гнучку підсистему обліку платежів (витрат); підсистему реєстрації/видачі сертифікатів; студент може входити до будь-якої кількості груп із одним логіном; можливість поєднання ролей (тьютор може одночасно бути і організатором); історію взаємодії зі слухачем, що заповнюється організатором; програми навчання, що об'єднують декілька курсів; тотальний контроль діяльності учасників навчального процесу; автоматизація виконання адміністративних операцій через веб-серверінтерфейс.

СДН «Прометей» ВНЗ коледжам та іншим навчальним закладам можна застосовувати для організації: дистанційних підготовчих курсів для абітурієнтів; дистанційного навчання і консультування студентів; самостійної роботи студентів денного навчання; мережного тестування; викладання за окрему платню додаткових дисциплін за вибором студента (крім офіційно затвердженої програми навчання); післядипломного навчання (дистанційні курси підвищення кваліфікації); залучення викладачів (з інших ВНЗ, міст і країн). Система «Прометей» має модульну архітектуру, тому вона легко розширюється, модернізується і масштабується. На сучасному етапі у СДН «Прометей» автоматично здійснено доступ до безкоштовних Інтернет-сервісів Microsoft [Live@Edu](#). Причому доступ до цих сервісів здійснюється безпосередньо з інтерфейсу СДН «Прометей». Така інтеграція значно розширює можливості для спільної роботи слухачів і викладачів, одночасно суттєво знижуючи витрати на мережеву інфраструктуру.

3.2. Розробка архітектури CASE-засобу оцінювання якості систем дистанційного навчання

Процес оцінювання якості систем дистанційного навчання починається із звернення до репозиторію вимог, які сформульовані у вигляді характеристик, підхарактеристик, атрибутів та метрик моделей якості. Для кожного атрибута якості ставимо у відповідність пряму або непряму метрику і задаємо елементарну функцію для його оцінювання. Для визначення ваги і впливу кожного атрибута запропоновано використати матриці попарних порівнянь, які дозволяють генерувати CASE-засіб. Побудовані шаблони матриць попарних порівнянь оцінюють експерти. Відношення впливу між атрибутами опрацьовують методами статистичної обробки.

У результаті отримуємо вагові коефіцієнти кожного атрибута. Аналогічно до атрибутів будують матриці попарних порівнянь для підхарактеристик та характеристик, що дозволяє визначити кількісні частинні показники якості по відповідних характеристиках та підхарактеристиках моделей якості. Усі вагові множники, визначені експертами, записують у репозиторій вагових множників, а результати оцінювання всіх рівнів моделі якості – у репозиторій кількісного оцінювання якості. На основі даних, які відображають кількісну міру якості, формують специфікацію процесу оцінювання та розробляють рекомендації щодо покращення якості програмного продукту.

Розроблений CASE-засіб є web-орієнтованим і його можна використовувати як web-сервіс для підтримки процесів розробки вимог і оцінювання якості. В ньому забезпечено можливість віддаленого формування потреб замовника, специфікації вимог до ІС і визначення ступеня задоволення та відповідності вимог і потреб.

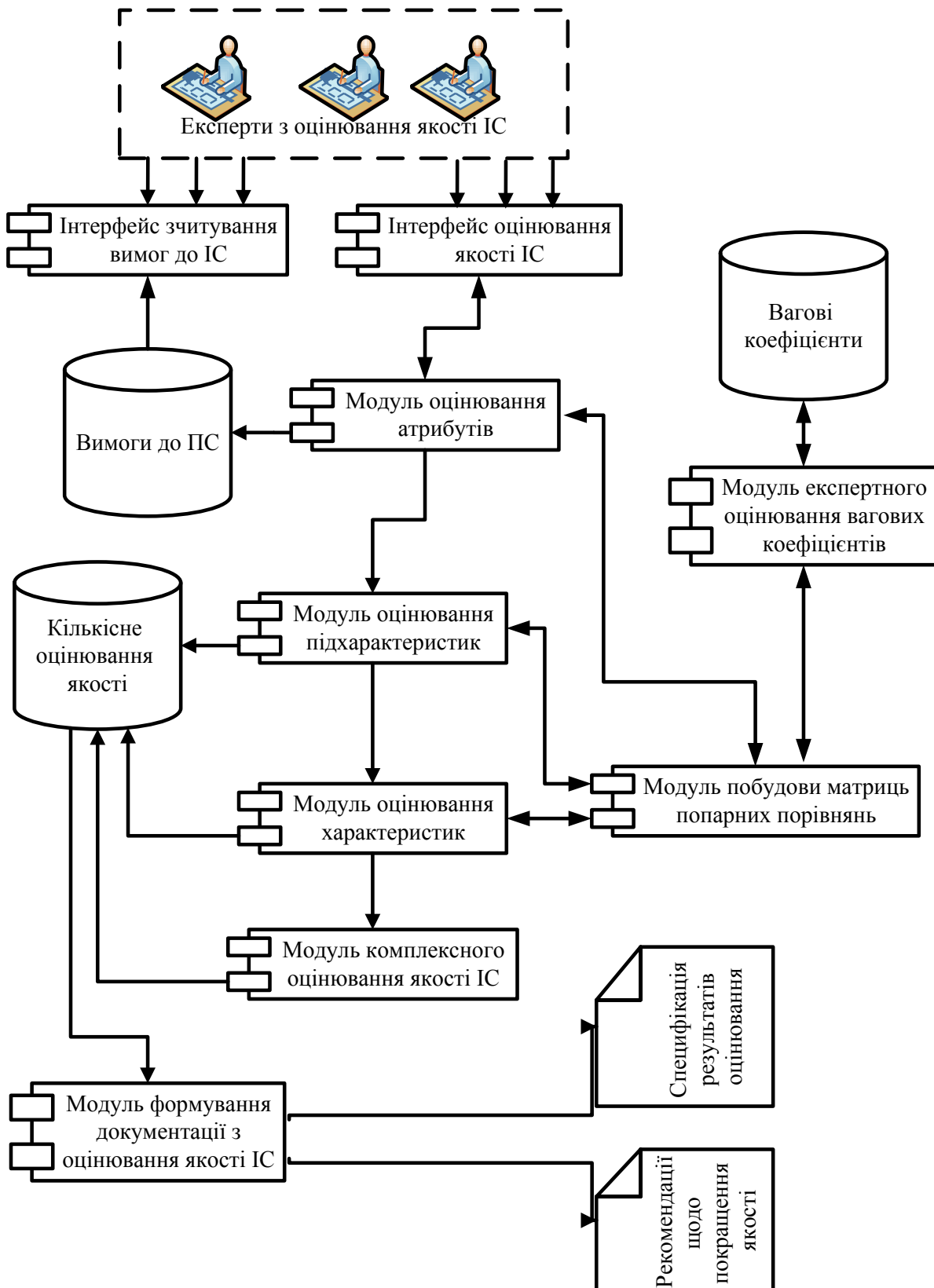


Рис. 3.1. Архітектура засобу автоматизації процесу оцінювання якості систем дистанційного навчання

Оскільки, у проєкті як з розробки вимог так і з оцінювання якості можуть брати участь представники розробника, замовника та експертні групи, то у CASE-

засобі забезпечено логічний структурний поділ двох комплексів на дві складові: клієнтську і серверну.

Серверна частина забезпечує реєстрацію користувача системи, визначення відповідних прав доступу, керування його профілем, керування специфікаціями вимог до ПС, надає можливість заповнення стандартизованих компонентів ієрархічного дерева моделей якості.

Клієнтська частина дозволяє виконувати операції по збору потреб замовника та перегляду інформації про стан формування специфікації вимог до ПС. Для реєстрації замовника (замовників) ПС, розробника чи експерта у CASE-засобі передбачено відповідну форму реєстрації

Виходячи з процедури оцінювання якості систем дистанційного навчання на основі підходу моделей якості, розроблено форму для експертного оцінювання властивостей програмного продукту заявленим у специфікаціях вимогам (рис. 3.2). Дана форма дозволяє визначити вагу кожного атрибута в системі міри підхарактеристики та характеристики до яких його класифіковано та оцінити його якість у готовому програмному продукті.

Характеристика:	<input type="text" value="Функціональність"/>
Підхарактеристика:	<input type="text" value="Навігація та перегляд інформації"/>
Атрибут:	<input type="text" value="Головне навігаційне меню"/>
Коефіцієнт:	<input type="text" value="0.8"/>

Рис. 3.2. Форма для оцінювання якості атрибута

При експертному оцінюванні якості атрибутів моделей якості, обчислення кількісного значення за підхарактеристиками та характеристиками проводиться в автоматичному режимі (без участі експертів).

В загальному випадку, після проведення експертизи якості ситсем дистанційного навчання, експерт працює із сторінкою (рис. 3.2), яка відображає

ієрархічне дерево компонентів моделей якості із визначеними ним оцінками атрибутів.

#	Характеристика
1	Функціональність
#	Підхарактеристика
1.1	Навігація та перегляд інформації
#	Атрибут
1.1.1	Головна навігація (голове меню), {k = 1}
1.1.2	Контекстне меню, {k = 0}
1.1.3	Тематичний пошук, {k = 1}
#	Підхарактеристика
1.2	Пошук та отримання інформації
#	Атрибут
1.2.1	Глобальний пошук, {k = 0}
1.2.2	Тематичний пошук, {k = 0.6}
#	Підхарактеристика
1.3	Керування інформаційним наповненням
#	Атрибут
1.3.1	Редагування сторінок та розділів сайту, {k = 0.5}
1.3.2	Редагування головного меню, {k = 0}
1.3.3	Редагування контекстного меню, {k = 0}
1.3.4	Редагування стилів, {k = 0}
#	Підхарактеристика
1.4	Точність

Рис. 3.3. Дерево оцінених експертом компонентів моделі зовнішньої якості

При розробці засобу автоматизації, орієнтованого на підтримку етапу аналізу вимог та оцінювання якості використано відкриті компоненти та засоби розробки. Зокрема клієнтську частину реалізовано за допомогою компонентів JavaScript (Ext JS). Серверну частину розроблено з допомогою PHP 5.1 (Zend Framework) та MySQL 4.4 (InnoDB).

Розроблена CASE-технологія реалізована за допомогою двох інструментальних засобів: перший для автоматизації процесу збору вимог та представлення їх у вигляді структури моделей якості, другий – для автоматизації процесу оцінювання якості ІС. При цьому обидва засоби використовують спільну БД.

3.3. Висновки до розділу

Основні результати даного розділу полягають в наступному:

1. Проведено аналіз сучасних засобів дистанційного навчання, визначено їхні основні функціональні можливості і на основі результатів порівняння встановлено, що в повній мірі жодна з платформ не дає змоги забезпечити якість дистанційного навчання. Тому виникає необхідність їх адаптації для конкретного напрямку підготовки та дисципліни зокрема.

2. Визначено технологічні процеси, які необхідно автоматизувати на етапі оцінювання якості систем дистанційного навчання, зокрема програмних засобів підтримки.

3. Розроблено БД і БЗ стандартизованих компонентів моделей якості та потреб замовника, які дають змогу реалізувати запропонований метод оцінювання якості систем дистанційного навчання.

4. Розроблено інструментальний засіб для підтримки методу оцінювання якості систем дистанційного навчання. Даний засіб надає можливість роботи з БД та автоматизує обчислення показників якості за побудованими моделями якості систем дистанційного навчання.

Додаток А

Сучасні системи освіти, які базуються лише на стандартах проведення аудиторних занять, взаємодії тих, хто навчається і тих, хто навчає, а також недостатність впровадження інформаційних технологій у навчальний процес значно знижує якість одержуваних знань студентами, що в перспективі відображається на неспроможності працевлаштуватися, витрачанні додаткових коштів на перепідготовку та ряді інших негативних факторів. Тому впровадження систем дистанційного навчання у традиційні форми навчання дає змогу уникнути або знизити ризик виникнення подібних ситуацій. Враховуючи темпи розвитку інформаційних технологій, глобалізацію суспільства, мобільність серед тих, хто навчається та тих, хто навчає, системи дистанційного навчання стають невід'ємними складовими освітнього процесу при підготовці фахівців високого рівня.

Слід відмітити, що на противагу послугам класичного освітнього процесу, які надають університети, сьогодні широкої популярності набувають спеціалізовані курси. Багато з таких курсів є як комерційними, так і безкоштовними. Однак, як засвідчує практика, рівень знань тих, хто пройшов спеціалізовані курси, на порядок вищий за рівень знань, які одержують в університеті на подібних дисциплінах. Це пов'язано з інертністю навчальних закладів, не відповідністю наданих послуг вимогам ринку, слабкою кваліфікацією кадрів, низькою якістю систем дистанційного навчання.

Розглянемо основні фактори впливу на якість знань в контексті використання систем дистанційного навчання. Оскільки, якість знань напряму залежить від системи дистанційного навчання, тобто комплексу, до складу якого входить програмно-апаратна реалізація системи, навчальні матеріали, що формуються викладачами курсів і засоби перевірки знань. Залежності між категоріями якості, які впливають на якість одержання знань наведено на рис.1.

Основною задачею перед впровадженням систем дистанційного навчання є аналіз ринку таких систем та вибір оптимальної. Однак на даному етапі технології оцінювання якості систем дистанційного навчання, які б в повній мірі та об'єктивно

давали уявлення про властивості, переваги та недоліки існуючих систем не розроблено.

Тому актуальною задачею, є дослідження, обґрунтування та побудова математичних моделей для оцінювання якості систем дистанційного навчання. При цьому у моделях необхідно врахувати особливості факторів впливу на якість таких систем, розробити або обґрунтувати метрики для кількісного відображення властивостей систем дистанційного навчання.

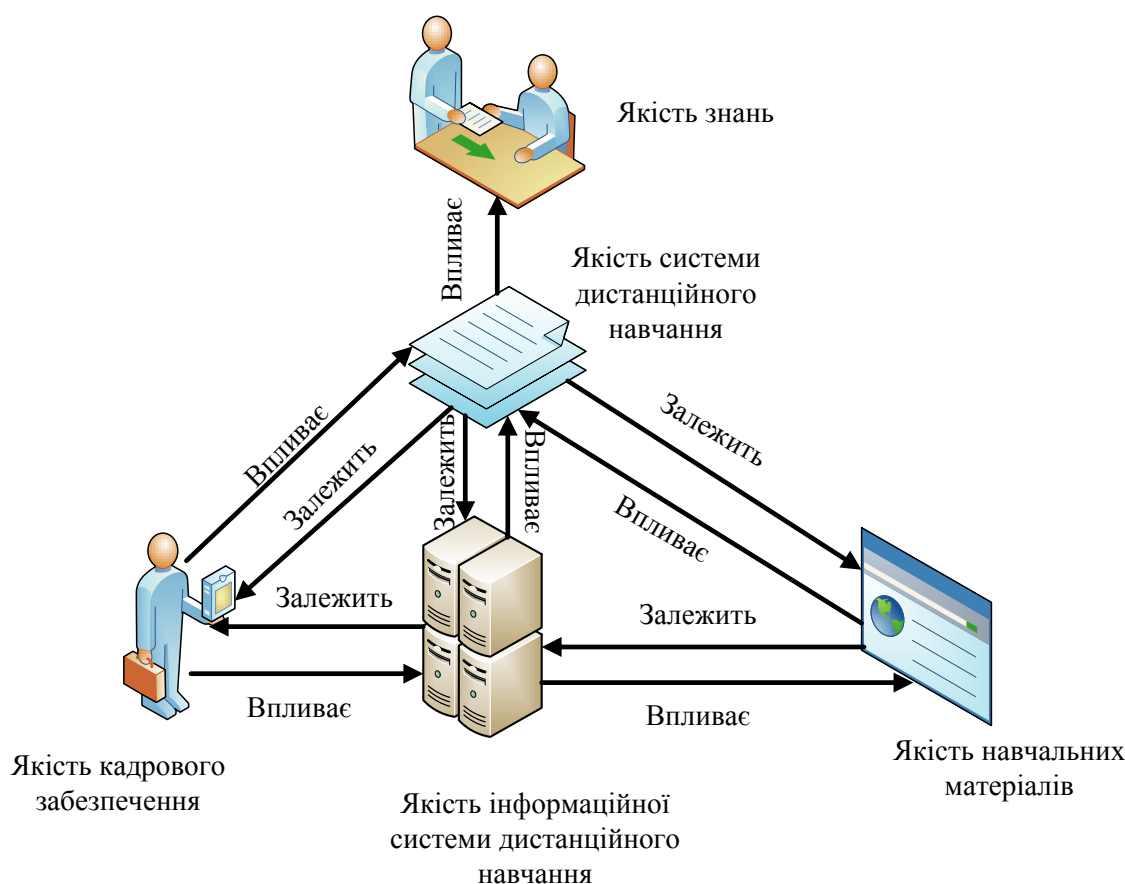


Рисунок 1 – Фактори впливу на якість знань

Для опису та проведення процесу оцінювання якості систем дистанційного навчання, а саме її програмно-апаратної складової, запропоновано скористатись міжнародним стандартом щодо оцінювання якості програмних систем ISO 25010. При цьому для математичного опису моделей пропонується скористатись теоретико-множинними нотаціями або підходом теорії категорій.

Для оцінювання якості навчальних матеріалів пропонується використати статистичний підхід, експертні технології та рекомендації стандарту ISO 25012 щодо якості даних.

Якість кадрового забезпечення формально можна описати за допомогою теорії множин та обчислення статистичних показників щодо освітньої та наукової роботи інструктора курсу.

Враховуючи складність задач відносно визначення якості систем дистанційного навчання, необхідно проводити ряд додаткових досліджень з метою визначення атрибутів якості кожної категорії (рис. 1), яка безпосередньо впливає на якість знань. Варто відмітити, що найбільш популярними з точки зору відгуків користувачів, є наступні платформи дистанційного навчання: Moodle, WebCT, Прометей, SharePointLMS, IBM Lotus Learning Management System.

Таблиця 1

Порівняльна характеристика платформ дистанційного навчання

Назви систем	IBM Lotus Learning Management System	IBM Lotus Workplace Collaborative Learning	WebCT Campus Edition	WebCT Vista 3.0	BlackBoard	Прометей	Moodle	eLearning 3000	WebTutor	Adobe Connect	Microsoft Learning Gateway (вместе с SharePoint Learning Kit)	Віртуальний Університет
Загальне керування системою ДН												
Налаштування і розподіл ролей	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Формування груп та підгруп (формування перехресних підгруп з членів кількох груп)	+	+	+	+	+	+	- / +	+	+	+	+	+
Створення індивідуальних планів навчання (для користувача, групи користувачів)	- / +	+	-	- / +	+	+	- / +	+	+	+	- / +	- / +
Контроль результатів навчання	+	+	+	+	+	+	- / +	+	+	+	- / +	+
Підтримка необхідних функцій												

Розробка сценаріїв навчання, індивідуальних планів навчання	-	+	-/+	-/+	+	+	-	+	+	+	-/+	+
Реєстрація слухачів і викладачів, ведення особистих справ	+	+	-/+	-/+	+	+	+	+	+	+	-/+	+

Продовження таблиці 1

Назви систем	Blackboard	Canvas LMS	FutureLearn	FutureLearn	FutureLearn	FutureLearn	FutureLearn	FutureLearn	FutureLearn	FutureLearn	FutureLearn	FutureLearn	FutureLearn
Облік результатів навчання в електронній відомості та в особовій справі	-/+	+	-	-/+	+	+	-/+	+	+	+	-/+	+	
Складання та модифікація розкладу, синхронізованого за часом між учасниками навчального процесу	-	+	-/+	-/+	+	-/+	-	+	+	+	-/+	+	
Керування бібліотекою навчальних матеріалів	+	+	+	+	+	+	-/+	+	+	+	+	+	
Моніторинг і збір статистики в процесі навчання	+	+	-/+	+	+	+	-/+	+	+	+	+	+	
Автоматична оцінка і виставлення викладачем оцінки за результатами навчання	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-/+
Забезпечення інтерактивного спілкування: форуми, графічні чати, віртуальні класи, тренінги і т.д.	-/+	-/+	-/+	-/+	+	+	-/+	+	+	+	-/+	+	
Управління навчальними ресурсами													
Застосування та покращення навчальних ресурсів	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-/+	+	
Організація web-конференцій, докладів, лекцій	-	-	-	-	+	+	М	+	+	+	-/+	-/+	
Організація навчальних семінарів і тренінгів	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	-/+	-/+	

Було розглянуто лише декілька аспектів підготовки фахівців, який показує, що практично жодна з платформ дистанційного навчання не дає змоги в повній мірі задовольнити якість підготовки таких фахівців, а це означає, що під кожен напрям підготовки і під кожен конкретну дисципліну необхідно розробляти свій інтерактивний курс та використовувати комплекс програмних засобів.

Додаток Б

Фрагменти коду інструментального засобу оцінювання якості систем дистанційного навчання

Фрагмент коду В.1. Лістинг частини контролера при реалізації серверної частини

```
<?php
class AdminController extends Zend_Controller_Action
{
    public function init() {
        if(!isset($_SESSION['admin'])) {
            header("Location: /admin-login");
            die();
        }
    }
    public function indexAction() {
    }
    public function usersAction() {
        $this->_helper->viewRenderer->setNoRender();
        $model = new Model_User();
        $users = $model->fetchEntries();
        die(json_encode(array('users' => $users, 'usersCount' =>
count($users))));
    }
    public function getSpecAction() {
        $model = new Model_Specs();
        $requestedSpec = $model->fetchEntry($this->_request-
>getParam('id'));
        die($requestedSpec['spec']);
    }
    public function saveSpecAction() {
        $this->_helper->viewRenderer->setNoRender();
        Zend_Registry::getInstance()->dbAdapter->query("
        UPDATE
        `specs`
        SET
        `spec`=\"\" . mysql_escape_string(json_decode($this-
>_request->getParam('spec')) . "\",
        `approved`=1
        WHERE
        `id`=\"\" . (int)$this->_request->getParam('id'));
    }

    public function deleteUserAction() {
        $this->_helper->viewRenderer->setNoRender();
        $model = new Model_User();
        $model->delete((int)$this->_request->getParam('id'));
    }
    public function addUserAction() {
        $this->_helper->viewRenderer->setNoRender();
        $data = Zend_Json::decode($this->_request->getParam('data'));
        $model = new Model_User();
```

```

        $model->save(array(
            'first_name' => $data['first_name'],
            'last_name' => $data['last_name'],
            'email' => $data['email'],
            'status' => !isset($data['is_admin']),
            'company' => $data['company'],
            'occupation' => $data['occupation'],
            'password' => MD5($data['password'])
        ));
    }
}

```

Фрагмент коду В.2. Лістинг частини моделі для генерування специфікації вимог

<?php

```

class Model_Specs {
    protected $_table;
    public function getTable() {
        if (null === $this->_table) {
            require_once APPLICATION_PATH .
'/Model/DbTable/Specs.php';
            $this->_table = new Model_DbTable_Specs;
        }
        return $this->_table;
    }
    public function save(array $data) {
        $table = $this->getTable();

        $fields = $table->info(Zend_Db_Table_Abstract::COLS);

        foreach ($data as $field => $value) {
            if (!in_array($field, $fields)) {
                unset($data[$field]);
            }
        }

        return $table->insert($data);
    }
    public function delete($id) {
        $this->getTable()->delete('id = ' . (int)$id);
        //TODO: remove child items : )
    }

    public function fetchEntries($where_condition = '1')
    {
        return $this->getTable()->fetchAll($where_condition)-
>toArray();
        return $this->getTable();
    }

    public function fetchEntry($id)
    {
        $table = $this->getTable();

```

```

$select = $table->select()->where('id = ?', $id);

if($table->fetchRow($select)) {
    return $table->fetchRow($select)->toArray();
} else {
    throw new Exception("Requested spec doesn't exists");
}
}
}

```

Фрагмент коду В.3. Лістинг частини View для відображення сторінки генерування специфікації
ВИМОГ

```

<!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.01//EN"
"http://www.w3.org/TR/html4/strict.dtd">

<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml" xml:lang="en" lang="en">
  <head>
    <meta content="text/html; charset=UTF-8" http-equiv="content-type"
  />
    <style type="text/css">
      .categories-list {
        list-style: none;
        <?php if($_REQUEST['plain'] == 'true') { ?>
          padding-left: 0px;
          <?php } ?>
        }
      </style>
    </head>
    <body>
      <?=$this->html; ?>
    </body> </html>

```

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Адлер Ю. Мотивация в системах качества/ Ю. Адлер // Стандарты и качество – 1999 – № 5 – с. 45-54.
2. Андон Ф. Методы инженерии распределенных компьютерных систем/ Андон Ф., Лаврищева Е.// Киев, Изд. «Наукова думка», 1997 г.– 228 с.
3. Аткинсон Л. PHP 5. Библиотека профессионала / Л. Аткинсон, З. Сураски – Изд-во «Вильямс» – 2006 – 944 с.
4. Безкоровайный М. М., Костогрызлов А. И., Львов В. М. Инструментально-моделирующий комплекс для оценки качества функционирования информационных систем. М.: "Вооружение, политика, конверсия, 2001, 303 с.
5. Бенкен Е. PHP, MySQL, XML. Программирование для Интернета / Е. Бенкен – БХВ-Петербург – 2008 – 352 с.
6. Брауде Е. Технология разработки программного обеспечения / Е. Брауде – СПб. : Изд-во "Питер", 2004. – 655 с.
7. Бураков В. Модель качества программных средств / В. Бураков – Санкт-Петербург – Информационно-управляющие системы – 2009 – №4. – с. 23-26.
8. Буч Г. UML: специальный справочник / Г. Буч, Дж. Рамбо, А. Джекобсон – СПб.: Питер, 2002.– 656 с.
9. Вендров А. CASE-технологии: Современные методы и средства проектирования информационных систем / А. Вендров – М. : Изд-во "Финансы и статистика", 1998. – 176 с.
10. Вигерс К. Разработка требований к программному обеспечению/ К. Вигерс – Пер. с англ. – М.: Издательско-торговый дом «Русская Редакция», 2004. – 576с.
11. Визначення витрат на створення ПЗ автоматизованих систем / П. Андон, В. Суслов, Т. Коротун, Г. Коваль, О. Слабоспицька – Проблеми програмування. – 1998. - №3. – С. 23 – 34.

12. ГОСТ 34.003-90 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Термины и определения
13. ГОСТ 34.201-89 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем
14. ГОСТ 34.321-96 Информационные технологии. Система стандартов по базам данных. Эталонная модель управления данными
15. ГОСТ 34.601-90 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания
16. ГОСТ 34.603-92 Информационная технология. Виды испытаний автоматизированных систем
17. ГОСТ 34.971-91 Информационная технология. Взаимосвязь открытых систем. Определение услуг уровня представления с установлением соединения
18. ГОСТ 34.321-96 Информационные технологии. Система стандартов по базам данных. Эталонная модель управления данными
19. ГОСТ Р 51275-2006 Защита информации. Объект информации. Общие положения
20. ГОСТ Р 51170-98 Качество служебной информации. Термины и определения
21. ГОСТ 27.002-89 Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения
22. Грабовский М. Современные технологии и стандарты разработки программного обеспечения / М. Грабовский – Корпоративные системы – 2000 – №1 – с.71 – 76.
23. Грищенко В. Методы и средства компонентного программирования / В. Грищенко, Е. Лаврищева – Кибернетика и системный анализ, 2003.– №1.– с.39–55.
24. ДСТУ 2844 -94. Програмні засоби ЕОМ. Забезпечення якості. Терміни та визначення. – Чинний від 01.01.96. – К. Держстандарт України, 1995 – 15 с.

25. ДСТУ 2850 -94. Програмні засоби ЕОМ. Показники та методи оцінювання якості. – Чинний від 01.01.96. – К. Держстандарт України, 1994 – 20 с.
26. ДСТУ 2853 -94. Програмні засоби ЕОМ. Підготовки та проведення випробувань. – Чинний від 01.01.96. – К. Держстандарт України, 1994 – 17 с.
27. ДСТУ 3918-1999 (ISO/IEC 12207:1995) Інформаційні технології. Процеси життєвого циклу програмного забезпечення, К.: Держстандарт України, 2000 – 49 с.
28. ДСТУ ISO 9001 – 2001. Системи управління якістю. Вимоги. – Чинний від 27.06.2001. – К. Держстандарт України, 2001 – 23 с.
29. Замковий В. Принципи проектування відкритих розподілених систем / В. Замковий, І. Райчев, О. Харченко – «НАУ-друк» – 2010 – 240 с.
30. Коваль Г. Байєсівські мережі як засіб оцінювання та прогнозування якості програмного забезпечення / Г. Коваль – Проблемы программирования. – 2005 – № 2. – С. 15-24.
31. Конверс Т. PHP 5 и MySQL. Библия пользователя / Т. Конверс, Д. Парк, К. Морган – Изд-во «Вильямс» – 2009 – 1216 с.
32. Ларман К. Применение UML и шаблонов проектирования / К. Ларман – М.: Вильямс, 2001. – 496 с.
33. Липаев В. Выбор и оценивание характеристик качества программных средств. Методы и стандарты. Серия «ИТ» / В. Липаев – М.: СИНГЕТ – 2001 – 228 с.
34. Маторин С. Анализ и моделирование бизнес-систем: системологическая объектно-ориентированная технология / С. Маторин – Харьков: ХНУРЭ – 2002 – 322 с.
35. Норенков Ю.И., Усков В.Л. Консультационно-обучающие системы/ Ю.И. Норенков, В.Л. Усков// Вестник МГТУ им. Н.Э.Баумана, сер. Приборостроение – 1993 – вып. 3 – с. 12-24.
36. Норенков И.П. Концепция модульного ученика/ И.П. Норенков // Информационные технологии –1996 – № 2 – с. 57-69.

37. Планирование обеспечения надежности информационных систем / Г. Коваль, Т. Коротун, Т. Яблокова, Л. Кузаченко – Проблемы программирования. – 2001. – №3-4. – С. 40 – 47.
38. Подиновский В. Введение в теорию важности критериев в многокритериальных задачах принятия решений/ В. Подиновский – М.: ФИЗМАТЛИТ – 2007. – 64 с.
39. Райчев І. Інструментальний засіб розробки та комунікації вимог якості до програмних систем / І. Райчев, О. Харченко, В. Яцишин // Науковий журнал «Інженерія програмного забезпечення» №2 – НАУ, Київ – 2010 – с. 29-34.
40. Райчев І. Принципи побудови моделі якості у використанні програмних систем/ І. Райчев, О. Харченко – Збірник наукових праць ІПМЕ НАНУ – 2007 – вип. 39 – С. 184 – 193.
41. Райчев І. Проблеми оцінювання якості критичних програмних систем при їх сертифікації/ І. Райчев , О. Харченко // Проблемы программирования. –2004. –№2-3. – С.198–207.
42. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Саати – М.: Радио и связь – 1993 – 315 с.
43. Скрипник О. Функционально-стоимостной анализ при проектировании изделий. / О. Скрипник – К.: Техника – 1990. – 160 с.
44. Слабоспицька О. Задачі, методи та засоби експертного оцінювання якості в інженерії програмних систем / О. Слабоспицька – Проблеми програмування №3 – Київ – 2007 – с. 32-40.
45. Сомервіл І. Инженерия программного обеспечения 6 –издание / І. Сомервіл – Москва–Санкт–Петербург–Киев – 2002 – 623с.
46. Технологии анализа данных / А. Барсегян, М. Куприянов, В. Степаненко, И. Холод – СПб. : Изд-во " БХВ-Петербург" – 2008. – 384 с.
47. Тоценко В. Коректність, устійчивість, точність ПО / Тоценко В – К.: «Наукова думка» – 1990 – 197 с.
48. Тютюник А.В., Шевелев А.С. Информационные технологии в банке - М.: Издательская группа "БДЦ-пресс", 2003. - 368 с.

49. Фаулер М. Архитектура корпоративных программных приложений /М. Фаулер – Пер. с англ. – М.: Издательский дом "Вильямс" – 2006. – 544 с.
50. Характеристика качества программного обеспечения / Б. Боэм, Дж. Браун, Х. Каспар и др. – М.: Мир – 1981. – 206 с.
51. Харченко О. CASE-технологія розроблення вимог до програмного продукту, та оцінювання його якості. / О. Харченко, В. Яцишин – Науковий вісник НЛТУ України – Вип.20.2 – 2010 – С. 277 – 285.
52. Харченко О. Розробка та керування вимогами до програмного забезпечення на основі моделі якості / О. Харченко, В. Яцишин – Вісник ТДТУ – 2009. Том 14. №1. – с. 201-207
53. Хоменко В. Метод експертного оцінювання свойств повторно используемых компонентов программного обеспечения / В. Хоменко, А. Дышлевый – Том 1: Матер. VIII міжнар. наук.-техн. конф. «Авіа–2007». – Т. 1. – К.: НАУ – 2007. – С. 13.169–13.172.
54. Черноруцкий И. Методы принятия решений / Черноруцкий И. –БХВ-Петербург – 2005 – 408 с.
55. Яцишин В. CASE-засіб підтримки процесу оцінювання якості web-застосувань /В. Яцишин// Матеріали міжнародної науково-практичної конференції аспірантів і студентів «Інженерія програмного забезпечення 2009»: 14-16 вересня – К.:НАУ. – с. 10.
56. Яцишин В. Аналіз технологій розробки та управління вимогами до програмного забезпечення /В. Яцишин// Матеріали міжнародної науково-практичної конференції аспірантів і студентів «Інженерія програмного забезпечення 2008»: 22-26 вересня 2008 р. – К.:НАУ – 2008 – с. 81-85.
57. Яцишин В. Визначення кореляції атрибутів оцінювання якості web-сайтів// Матеріали дванадцятої наукової конференції Тернопільського державного технічного університету імені Івана Пулюя: 14-15 травня 2008 р. – Тернопіль: ТДТУ – 2008 – с. 121.
58. Яцишин В. Визначення якості програмного забезпечення та відповідність його міжнародним стандартам / В. Яцишин // Матеріали десятої

наукової конференції Тернопільського державного технічного університету імені Івана Пулюя: 17-18 травня 2006 р – Тернопіль: ТДТУ – 2006. – с. 93.

59. Яцишин В. Використання CASE-технологій при оцінюванні якості веб-сайтів / В. Яцишин // Матеріали одинадцятої наукової конференції Тернопільського державного технічного університету імені Івана Пулюя: 16-17 травня 2007 р. – Тернопіль: ТДТУ – 2007. – с. 100.

60. Яцишин В. Забезпечення якості програмних систем на основі модифікованої моделі життєвого циклу /В. Яцишин // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції аспірантів і студентів «Інженерія програмного забезпечення 2010»: 13-15 вересня – К.:НАУ – 2010 – С.10.

61. Яцишин В. Кількісний метод оцінювання якості Web- сайтів [електронний ресурс] /В. Яцишин// Тези доповідей V науково-практичної конференції Тернопільської філії Європейського університету «Інформаційні системи і технології 2007»: 13 березня 2007 р. – Режим доступу до збірника http://www.eu.edu.ua/conference/conference_2007/index.html

62. Яцишин В. Побудова моделі якості WEB-застосувань /В. Яцишин// Тези доповідей Всеукраїнської конференції аспірантів і студентів «Інженерія програмного забезпечення 2007»: 4-5 грудня 2007 р. – К.:НАУ. – с. 12.

63. Яцишин В. Технологія забезпечення якості процесу розробки вимог до програмного забезпечення / В. Яцишин // Матеріали науково-технічної конференції «Обчислювальні методи і системи перетворення інформації» Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України: 7-8 жовтня 2010 р. – Львів: ФМІ НАНУ – 2010 – с. 275 - 278.

64. технічний університет імені Івана Пулюя (м. Тернопіль, 5 – 6 грудня 2012 р.), 2012. – Т.1. – с. 68.