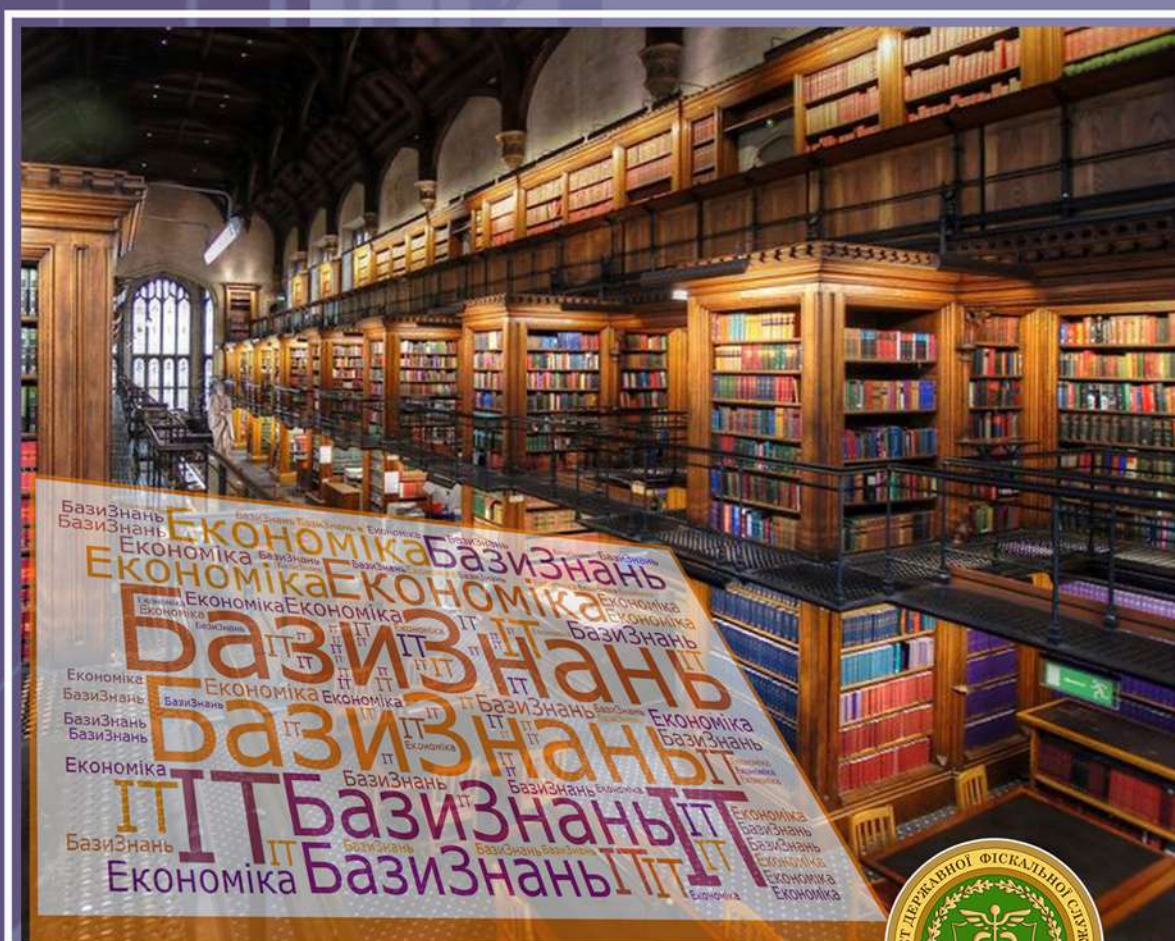


ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ КОМП'ЮТЕРНИХ БАЗ ЗНАНЬ В ЕКОНОМІЦІ



УНІВЕРСИТЕТ ДЕРЖАВНОЇ ФІСКАЛЬНОЇ СЛУЖБИ УКРАЇНИ

**ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ
КОМП'ЮТЕРНИХ БАЗ ЗНАНЬ
В ЕКОНОМІЦІ**

Монографія

За загальною редакцією
доктора економічних наук, професора С.П. Ріппи

**Ірпінь
2021**

УДК 004.94:33

ББК 32.973

Т 33

*Рекомендовано до друку Вченою радою
Університету державної фіскальної служби України
(протокол № 13 від 26 листопада 2020 р.)*

Рецензенти:

Скупейко В.В., д.е.н., заступник начальника відділу розгляду звернень платників податків управління податкового адміністрування ГУ ДПС у Львівській області;

Виклюк Я.І., д.т.н., професор, завідувач кафедри інформаційних систем і технологій, проректор з наукової роботи і міжнародних зв'язків Буковинського університету;

Горбовий А.Ю., д.т.н., професор, директор ННІ інформаційних технологій Університету державної фіскальної служби України.

Автори:

Ріппа С.П., Антоненко В.М., Боднар О.С., Лендюк Т.В., Мамченко С.Д., Ніжегородцев В.О., Погореловська І.Д., Постіл С.Д., Ратушняк Т.В., Редич О.В., Ріппа М.Б., Рогушина Ю.В., Саченко А.О., Свириденко В.Ю., Ситник М.Ф., Соколова Н.В., Сьомка Н.К., Гетьман Н.А., Шкурпела О.В.

Т 33

Теоретико-методологічні основи комп'ютерних баз знань в економіці: монографія / Ріппа С.П., Погореловська І.Д., Редич О.В. та ін. ; за ред. С.П. Ріппи. – Ірпінь: УДФСУ, 2021. – 170 с.

ISBN 978-966-337-620-2

Основу монографії становлять результати досліджень провідних вчених України. У виданні представлено наукові роботи з проблематики комп'ютерного моделювання сучасних соціально-економічних процесів з використанням комп'ютерних баз знань в економіці, взаємовпливів синергетичних ефектів у міждисциплінарному інформаційному моделюванні баз знань. Розглянуто окремі моделі безпеки й оцінки складності розробки програмного забезпечення, важливі питання професійної компетентності майбутніх фахівців фіскальної служби України, Мінфіну та інших відомств, деякі специфічні інтерактивні технології навчання, використання хмарних обчислень в освіті, електронній комерції та популяризації понять інформаційної безпеки у контексті знання-орієнтованих технологій.

Рекомендовано для фахівців у галузях економіки, інформаційних технологій, управління проектами і програмами для студентів та аспірантів, а також науковців і викладачів закладів вищої освіти. Статті відтворені з авторських оригіналів в авторській редакції.

УДК 004.94:33

ББК 32.973

© Ріппа С.П., Погореловська І.Д.,
Редич О.В. та ін., 2021

© Університет ДФС України, 2021

ISBN 978-966-337-620-2

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ І СТВОРЕННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ БАЗ ЗНАНЬ В ЕКОНОМІЦІ	9
1.1. Формування бази знань результативності діяльності податкового відомства	9
1.2. Інжиніринг цифрового виробництва з інноваційною економікою знань.....	24
1.3. Обґрунтування моделі управління знаннями підприємства	42
1.4. Blockchain як перспективна технологія в економіці.....	48
РОЗДІЛ 2. ІНФОРМАТИЗАЦІЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОНОМІКИ В УМОВАХ ВИКОРИСТАННЯ БАЗ ЗНАНЬ	51
2.1. Бази знань семантичного інтернету.....	51
2.2. Проблеми семантизації інформаційних ресурсів Web для підтримки управління процесами оподаткування.....	76
2.3. Застосування методології дерев рішень у класифікаційних завданнях	85
2.4. Генерація ефективного програмного коду з UML-моделі у процесі розробки інформаційної системи	98
2.5. Технологія створення наскрізного індивідуального проєкту на основі міждисциплінарного інформаційного моделювання	112
РОЗДІЛ 3. ЕЛЕКТРОННА ОСВІТА І НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ В СЕРЕДОВИЩІ БАЗ ЗНАНЬ	122
3.1. Ontology Application in Context of Mastering the Knowledge for Students	122
3.2. Застосування когнітивних технологій у прийнятті управлінських рішень на підприємстві	132
3.3. Практика побудови реляційної БД ПК «ДПС Кошторис місцевого бюджету»	136
3.4. Математична формалізація методу Міффіна-сан Жеора визначення раціону збалансованого харчування	150
3.5. Media of business processes optimization with the ERP-system «galaxy» in training specialists of financial and economic profile	158
ВИСНОВКИ	166

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ

- БЗ* – база знань;
БД – база даних;
ВВП – валовий внутрішній продукт;
ДБ – державний бюджет;
ДПА – державна податкова адміністрація;
ДПІ – державна податкова інспекція;
ДПС – державна податкова служба;
ІС – інформаційні системи, термін найбільш узагальнений і охоплює всі існуючі терміни таких носіїв інформації;
ІС – інтелектуальна інформаційна система;
ІТ – інформаційні технології;
ДФСУ – Державна фіскальна служба України;
НДКР – науково-дослідні і конструкторські роботи;
НДР – науково-дослідна робота;
ПДВ – податок на додану вартість;
ПК – програмний комплекс;
СКБД – система керування базами даних;
СУБД – система управління базами даних;
УДФСУ – Університет державної фіскальної служби України;
OWL (Ontology Web Language) – мова вебонтологій;
RDF (Resource Description Framework) – інструмент опису ресурсів;
SPSS – (Statistical Package for the Social Sciences) – статистичний пакет для соціальних наук;
UML (Unified Modeling Language) – уніфікована мова моделювання;
XML (eXtensible Markup Language) – мова розширюваної розмітки.

ВСТУП

Потреби інформаційного суспільства є потужним стимулом розвитку економіки. У цьому контексті головною економічною передумовою виникнення потреби в «управлінні знаннями» стало перетворення знання в цінний ринковий актив і прагнення підприємств і організацій використовувати його для посилення своїх конкурентних переваг. Для цього, насамперед організаціям, необхідно повернутися обличчям до споживача, використовувати свої знання для вирішення проблем споживача, організувати моніторинг споживчої сфери з точки зору управління і створення нових знань, навчитися керувати творчим потенціалом суспільства.

Сучасний етап розвитку суспільства характеризується великим обсягом накопичених знань навіть у вузьких тематичних галузях. Створилася цікава і парадоксальна ситуація: з одного боку, окремих індивідуум не в змозі охопити всю масу існуючих знань, з іншого – людство постійно їх поповнює у розширеному обсязі з усе більшою швидкістю. Цим обумовлюється гостра необхідність у формуванні спеціальної методології, яка дозволить вести пошук і використання нових знань з меншими евристичними витратами при одночасному підвищенні ймовірності досягнення поставленої мети. Виникла потреба управління творчим потенціалом самих творців нових знань.

Однією з причин підвищеного інтересу до управління знань є так само розвиток комунікаційних та інформаційних технологій. Ці технології дозволяють обмінюватися величезними масивами інформації незалежно від географічного положення учасників процесу і реального часу. Потік інформації настільки великий, що багато людей починають сумніватися в необхідності створення нових знань, оскільки не справляються з управлінням накопиченими знаннями.

Хоча термін «управління знаннями» в останні десятиліття став досить популярним за кордоном, часто його категоріальні рамки є розпливчати – управління знаннями ототожнюється, якщо не безпосередньо, то за змістом і слововживанням, з управлінням інтелектуальним капіталом, іноді з керуванням НДКР.

Визначаючи сутність і зміст управління знаннями, необхідно виходити з таких передумов розвитку усієї сфери освіти та НДКР:

– виробництво, поширення і використання знань здійснюється не тільки на індивідуальному, але і на суспільному рівні, в результаті чого виникають певні взаємодії між людьми;

– управління знаннями необхідно для координації спільної діяльності людей, а також формування та використання ресурсів для досягнення поставлених цілей.

Відомо, що на процеси інформатизації та формування в Україні й в світі інформаційного суспільства впливають чинники науково-технічного процесу найрізноманітнішої природи. Отже, виникає необхідність дослідження чинників впливу інформаційного суспільства на процеси економіки знань. Важливими питаннями дослідження у цьому є характеристики, механізми, функції та особливості знання-орієнтованих систем в умовах інформаційного суспільства, а також розробка теоретико-методичних основ моделювання та інформатизації баз знань, особливо орієнтованих на наукові дослідження та освіту. Крім того, потрібно розглянути такі питання, як: методи і моделі отримання даних і знань у процесах прийняття рішень в організаційно-управлінських системах, дослідження особливостей прийняття рішень у системах інформаційної безпеки, дослідження питань в інтелектуалізації обробки інформації, комп'ютерний моніторинг, моделювання та прогнозування макро-показників соціально-економічного розвитку, комп'ютерний моніторинг, моделювання, прогнозування процесів адміністрування доходами і зборами та підготовки фахівців в умовах інформаційного суспільства та формування БЗ фіскальної служби.

Усі ці питання були розглянуті на науково-практичному семінарі «Проблеми інформаційного суспільства», в якому взяли участь кафедри інтелектуальних управляючих та обчислювальних систем, економічної кібернетики та інформаційних систем і технологій УДФСУ. Результатами роботи семінару були рекомендації його учасників щодо проведення наукових та науково-дослідних робіт за тематикою фундаментальних і прикладних досліджень у сфері комп'ютерних БЗ. Усе вищевикладене дозволило сформулювати мету і завдання науково-дослідної теми «Теоретико-методологічні основи комп'ютерних баз знань в економіці» (ТМОКБЗЕ).

Метою цієї роботи є дослідження особливостей та характеристик соціально-економічних систем і процесів в умовах становлення сучасного інформаційного суспільства з використанням технологій баз знань.

Для досягнення мети необхідно вирішити такі завдання:

- ознайомитись із досвідом світових та вітчизняних теоретико-методологічних досліджень та прикладних технологій БЗ в економіці;
- дослідити чинники впливу інформаційного суспільства на процеси формування сучасної економіки знань;
- дослідити характеристики, механізми, функції та особливості соціально-економічних і організаційно-управлінських систем в умовах формування інформаційного суспільства та впровадження технологій БЗ;
- розробити теоретико-методичні основи моделювання та інформатизації технологій БЗ в освіті та наукових дослідженнях;
- дослідити методи і моделі отримання даних і знань у процесах прийняття рішень в економічних застосуваннях;
- дослідити особливості прийняття рішень і формування БЗ в системах забезпечення політики інформаційної безпеки;
- вивчити питання комп'ютерного моделювання бізнес-процесів оперування та використання БЗ в умовах інформаційного суспільства;
- вивчити питання комп'ютерного моделювання та прогнозування макропоказників соціально-економічного розвитку в умовах інформаційного суспільства, а також питання адміністрування податків і митних платежів та підготовки фахівців ДФСУ в умовах інформатизації фіскальної сфери.

За результатами наукових досліджень, представлених у цій монографії, отримано цілий ряд додаткових результатів НДР, які оприлюднені упродовж 2017–2020 рр., а саме:

- монографії та підручники з результатами досліджень;
- статті у фахових наукових виданнях;
- тези доповідей та збірники праць на науково-практичних конференціях, семінарах та круглих столах;
- висновки та рекомендації, що призначені для виконання інформаційно-аналітичних функцій у практичній діяльності УДФСУ, навчальному процесі курсів підвищення кваліфікації працівників УДФСУ, діяльності фіскальних органів, фінансових установ у подальших наукових дослідженнях та їх реалізації на практиці.

Під час написання роботи були використані такі методи дослідження:

- системний аналіз, використання якого дозволило проаналізувати літературні джерела та електронні ресурси за темою дослідження;

- методи порівняння та аналогій були застосовані при дослідженні технологій та інструментів розробки програмного забезпечення;
- методи узагальнення при формуванні висновків.

Представлена монографія (у вигляді збірника наукових праць) оприлюднена в репозитарії УДФСУ з метою використання у практичній діяльності при реалізації проєктів навчального процесу, спрямованих на впровадження БЗ і прийняття рішень в організаційно-управлінських системах адміністрування податків, фінансових установах та підприємствах різних форм власності. Результати, відображені в цій монографії, можуть бути використані також при підготовці законодавчих, нормативних актів, документації регламентного характеру, навчально-методичних матеріалів, посібників і підручників для забезпечення підвищення кваліфікації працівників ДФС, Мінфіну України і навчального процесу УДФСУ.

РОЗДІЛ 1

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ І СТВОРЕННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ БАЗ ЗНАНЬ В ЕКОНОМІЦІ

1.1. Формування бази знань результативності діяльності податкового відомства

Щодо практичних аспектів розрахунків та оцінювання результатів діяльності податкового відомства, то для забезпечення порівняльності підрозділів, що функціонують у регіонах із відмінними рівнями соціально-економічного розвитку та розрізняються за податковим потенціалом, кількістю зареєстрованих підприємств і підприємців, можна запропонувати *методологію інтегральної згортки показників* [1, 2].

Методологія інтегральної згортки показників використовується тоді, коли потрібно або доцільно на основі значної кількості показників сформувати оцінку явища у вигляді одного показника. Цей показник, на відміну від простого рейтингування, дозволяє виявляти показники та фактори, що впливають на покращання/погіршення загального інтегрального показника, або критерію, виявляти причинно-наслідкові зв'язки.

Інтегральні (комплексні) показники (критерії) використовують для порівняльного аналізу результатів діяльності організацій, фінансового стану підприємств, їхньої надійності як клієнтів банків, можливості надання кредитів, підписання угод тощо. Існує адитивна (ф.1.1) і мультиплікативна (ф.1.2) форми інтегрального показника:

$$I = \max / \min \sum_{i=1}^n \pm w_i a_i, \quad (1.1)$$

$$I = \max / \min \prod_{i=1}^n a_i^{\pm w_i}, \quad (1.2)$$

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1, \quad 0 < w_i < 1 \quad (1.3)$$

де I – інтегральний показник;

w_i – вагові коефіцієнти;

a_i – нормовані, однонаправлені показники;

n – кількість показників.

Якщо показники мають різні одиниці і непорівняльні діапазони вимірювань, показники необхідно нормувати. Як правило, показники нормують, переводять у діапазон $[0, 1]$ або $[0-100\%]$ відомими формулами.

Для нормування, тобто приведення значень критеріїв у діапазон 1–100 або 0–1, можна використати класичний *мінімак*сний підхід.

1. Для показників, збільшення яких вказує на покращання ситуації (наприклад, при розгляді відносного показника питомої ваги надходжень за результатами перевірок), для нормування критеріїв використовують формулу (1.4):

$$q_i = q_i(x_i) = \begin{cases} 0, & \text{при } x_i \leq \min_i \\ \left(\frac{x_i - \min_i}{\max_i - \min_i}\right) \times 100, & \text{при } \min_i < x_i \leq \max_i \\ 100, & \text{при } x_i > \max_i \end{cases} \quad (1.4)$$

Значення критерію має пряму залежність від значення відносного показника: чим вище значення критерію, тим краща оцінка діяльності підрозділу.

2. Для показників, зменшення яких вказує на покращання ситуації (наприклад, під час розгляду відносного показника затратності діяльності підрозділу), для нормування критеріїв використовують формулу (1.5):

$$q_i = q_i(x_i) = \begin{cases} 100, & \text{при } x_i \leq \min_i \\ \left(\frac{\max_i - x_i}{\max_i - \min_i}\right) \times 100, & \text{при } \min_i < x_i \leq \max_i \\ 0, & \text{при } x_i > \max_i \end{cases} \quad (1.5)$$

Значення показника (критерію) має зворотну залежність від значення відносного показника: чим вище значення критерію, тим гірша оцінка діяльності підрозділу.

У формулах (1.4) та (1.5):

q_i – критерій;

x_i – значення відносного (якісного) показника;

$\max_i$ – максимальне значення відносного показника;

$\min_i$ – мінімальне значення відносного показника.

2011 року апробація методики розрахунків інтегральних показників діяльності податкового відомства здійснювалася Департаментом розвитку та модернізації ДПС України. В основу «Системи оцінювання результативних показників діяльності органів ДПС України» було покладено програмно-цільовий підхід, що базувався на Методичних рекомендаціях щодо визначення результативних показників бюджетної програми, затверджених наказом Міністерства фінансів України «Про результативні показники бюджетної програми» від 27.10.09 № 1252 (наказом Міністерства фінансів України «Про затвердження Примірного переліку результативних показників бюджетних програм» від 14.01.11 № 15 поновлено перелік та зміст показників).

Метою впровадження Системи оцінювання результативних показників діяльності податкового відомства є забезпечення керівництва усіх рівнів методами та засобами підтримки прийняття рішень, направлених на підвищення мотивації щодо зростання якості та ефективності адміністрування податків кадрового складу.

Нижче подані основні поняття та визначення цієї методики для розрахунків результативних показників діяльності органів податкового відомства.

Абсолютні показники – фактичні результати здійснення операційних процесів або іншої діяльності (надходження податків та платежів до бюджету, нарахування за результатами перевірок, сплата за результатами перевірок, якість обліку платників, витрати на утримання будівель).

Якісні (відносні) показники – показники, що характеризують якість здійснення операційних процесів та іншої діяльності органів податкового відомства і розраховуються як відношення двох абсолютних показників. Відносні показники є питомою вагою, відсотком, значенням у розрахунку на одного працівника, платника тощо (у сформованому робочою групою реєстрі відносні показники іменують також критеріями, оскільки на їхній основі вже можна формувати рішення).

Критерії – якісні показники, що розраховують на основі відносних показників і які використовують для розрахунків інтегральних критеріїв, прийняття рішень.

Цільовий показник діяльності підрозділу податкового відомства – максимальне або мінімальне значення відносного показника, що встановлюється експертною робочою групою на підставі розрахунків

(статистики) декількох звітних періодів і досягнення якого повинні прагнути територіальні підрозділи.

Ваговий коефіцієнт – показник, що характеризує впливовість (важливість) критерію на загальний результат. Вагові коефіцієнти критеріїв формуються експертним шляхом (експертною робочою групою) із дотриманням умови: сума вагових коефіцієнтів повинна дорівнювати «1» (або 100 % при встановленні значень вагових коефіцієнтів у відсотках). У розрахунках використані вагові коефіцієнти, встановлені експертно у зв'язку із неповнотою первинних даних для обчислення всього масиву показників і критеріїв.

Інтегральний критерій результативності діяльності – показник, що характеризує результативність збору податків і платежів та економічну ефективність діяльності територіальних органів податкового відомства як результат виконання встановлених завдань.

Інтегральний критерій якості операційних процесів (процесів адміністрування податків) – показник, що обчислюється на основі критеріїв якості окремих операційних процесів і характеризує загальну якість операційної діяльності територіальних органів податкового відомства.

У наведеному нижче прикладі приведено розрахунки інтегрального критерію результативності діяльності на той час органів ДПС, інтегрального критерію якості операційних процесів територіальних органів, інтегрального критерію соціально-економічного розвитку регіонів, інтегрального критерію рівня порушень законодавства працівниками податкового відомства.

Для розрахунків інтегрального критерію результативності діяльності територіальних підрозділів ДПС України на основі запропонованої методології у 2010 році були використані такі показники [3]:

1) встановлені завдання зі збору податків та платежів до загального фонду Державного бюджету у розрізі основних податків (податок на прибуток підприємств, ПДВ, акцизний збір, податок на доходи фізичних осіб);

2) збір податків і платежів до Загального фонду Державного бюджету всього та у розрізі основних податків;

3) збір податків і платежів до Зведеного бюджету;

4) фактична чисельність працівників органів ДПС України;

5) фактичні видатки на утримання органів ДПС України.

На основі вищезазначених абсолютних показників розраховувалися такі відносні показники:

(А) показники, що характеризують результати збору податків і платежів:

1) відносний показник виконання встановлених завдань зі збору платежів всього та у розрізі податків до загального фонду ДБ, %;

2) відносний показник питомої ваги від'ємного відхилення від завдання у сумі невиконання по регіону (для ДПП) та питома вага від'ємного відхилення від завдання у сумі невиконання по Україні (для регіонів);

3) відносний показник динаміки збору податків і платежів порівняно з аналогічним періодом минулого року (в реальних цінах), %.

(Б) показники, що характеризують економічну ефективність підрозділів податкового відомства:

1) відносний показник *затратності*, що характеризує питому вагу затрат у сумі збору податків до Зведеного бюджету з підрозділу;

2) відносний показник *продуктивності*, що характеризує величину надходжень (збору) у розрахунку на одного працівника податкового підрозділу;

3) відносний показник *динаміки затратності* як різниця затратності поточного періоду і попереднього періоду, що характеризує її зменшення чи збільшення;

4) відносний показник *динаміки продуктивності* як відношення продуктивності поточного періоду до продуктивності попереднього періоду, що характеризує її збільшення чи зменшення.

На основі відносних показників розраховувалися відповідні критерії та здійснювалося їхнє нормування (рис. 1.1). Для розрахунків інтегрального критерію результативності діяльності органів ДПС (2010–2011 роки) були використані вагові коефіцієнти, встановлені робочою групою експериментальним шляхом. Розрахунки здійснювалися при припущенні рівноважливості критеріїв (1.1, 1.2), (2.2, 2.3), інтегральних критеріїв (1,2).

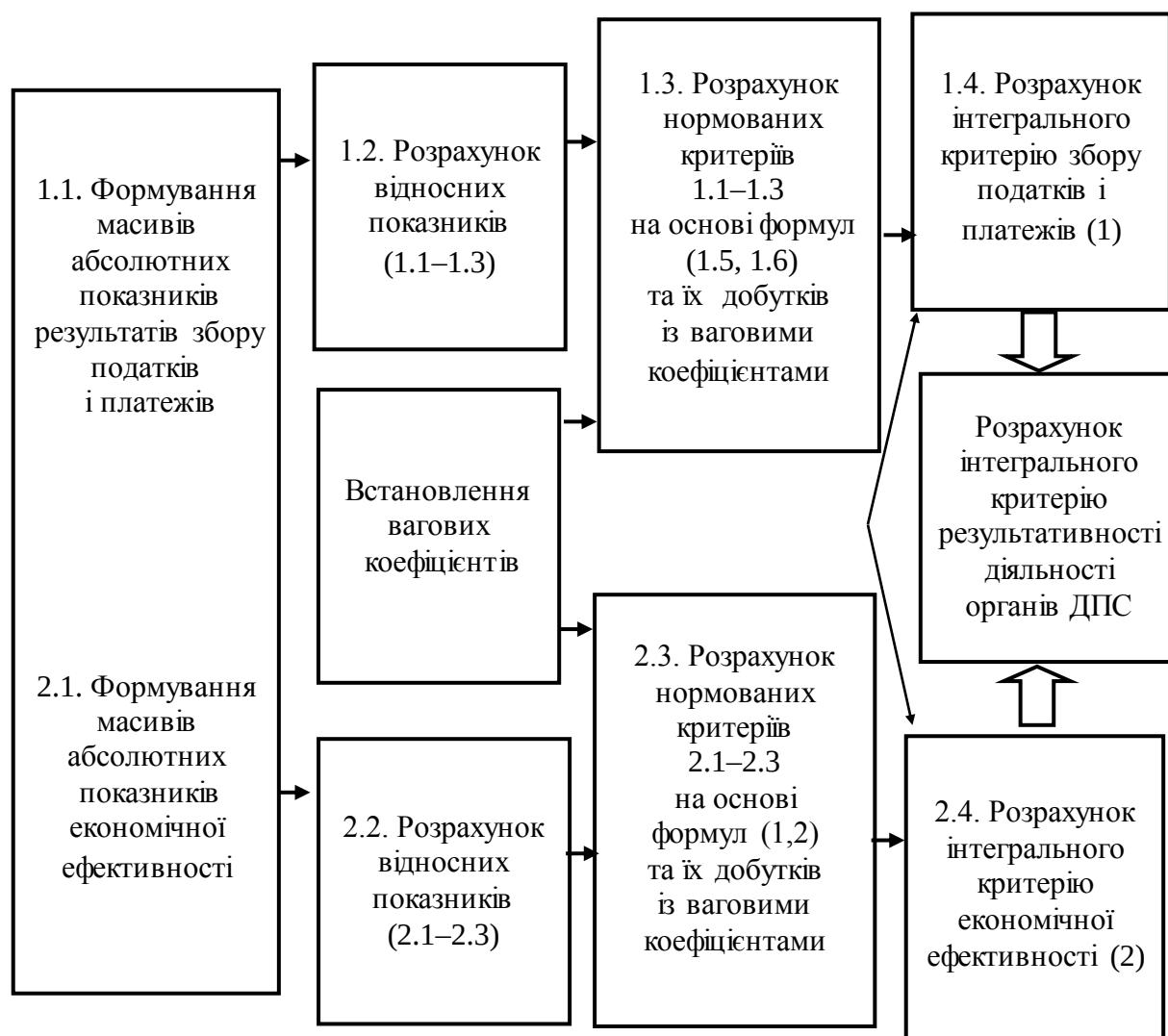


Рис. 1.1. Загальна схема розрахунків інтегрального критерію результативності діяльності органів податкового відомства

Такі значення вагових коефіцієнтів встановлені керуючись вимогою рівності «1» суми всіх вагових коефіцієнтів, які задіяні у розрахунку (в нашому прикладі: $0,4+0,4+0,2=1$), та припущенням рівно важливості критерію виконання завдання зі збору податків і критерію динаміки надходжень, а також недостатньою інформативністю критерію питомої ваги відхилення від встановленого завдання.

Таблиця 1.1

**Показники та вагові коефіцієнти для розрахунку інтегральних
критеріїв результативності**

	Відносні показники для розрахунку нормованих критеріїв	Нормовані критерії (формула нормалізації)	Ваговий коефіцієнт
1	<i>Інтегральний критерій збору податків і платежів (сума добутків критеріїв 1.1–1.3 на вагові коефіцієнти)</i>		<i>0,5</i>
1.1	Відносний показник виконання встановлених завдань до загального фонду	Критерій виконання завдання з надходжень до загального фонду (формула (1.4))	<i>0,4</i>
1.2	Відносний показник динаміки збору податків і платежів до загального фонду	Критерій динаміки надходжень до Зведеного бюджету (формула (1.4))	<i>0,4</i>
1.3	Відносний показник питомої ваги від'ємного відхилення від завдання	Критерій питомої ваги відхилення від завдання з надходження до Загального фонду у відхиленні по області (формула (1.5))	<i>0,2</i>
2	<i>Інтегральний критерій економічної ефективності діяльності органів ДПС (сума добутків критеріїв 2.1–2.3 на вагові коефіцієнти)</i>		<i>0,5</i>
2.1	Відносний показник затратності	Критерій затратності збору податків і платежів (формула (1.5))	<i>0,2</i>
2.2	Відносний показник динаміки затратності	Критерій динаміки затратності збору податків і платежів (формула (1.5))	<i>0,4</i>
2.3	Відносний показник динаміки продуктивності	Критерій динаміки продуктивності працівників органів ДПС (формула (1.4))	<i>0,4</i>
3	<i>Інтегральний критерій результативності діяльності органів ДПС (сума добутків інтегральних критеріїв 1–2 на вагові коефіцієнти)</i>		

Таблиця 1.2

**Показники та вагові коефіцієнти, що використані в розрахунку
інтегрального критерію збору податків і платежів**

№ з/п	Назва показника	Позначення вагового коеф.	Значення
1.	Критерій виконання авдання зі збору одатків до Загального фонду (Квз)	$W_{Квз}$	0,4
2.	Критерій динаміки надходжень до Зведеного бюджету (Кдзб)	$W_{Кдзб}$	0,4
3.	Критерій питомої ваги відхилення від завдання з надходження до Загального фонду (Кнз)	$W_{Кнз}$	0,2

Розрахунок показників економічної ефективності: показника затратності (економності), продуктивності, динаміки затратності (економності), динаміки продуктивності. Для розрахунку були встановлені такі вагові коефіцієнти (табл.1.3):

Таблиця 1.3

№ з/п	Назва показника	Позначення вагового коеф.	Значення
1.	Критерій затратності збору податків і платежів ($K_{зм}$)	$w_{зм}$	0,2
2.	Критерій динаміки затратності збору податків і платежів органу ДПС ($K_{дзм}$)	$w_{дзм}$	0,4
3.	Критерій динаміки продуктивності працівників органу ДПС ($K_{дпр}$)	$w_{дпр}$	0,4

Такі значення вагових коефіцієнтів встановлені керуючись вимогою рівності «1» суми всіх вагових коефіцієнтів, які задіяні у розрахунку (в нашому прикладі: $0,2+0,4+0,4=1$) та припущеннях рівноважливості критерію динаміки затратності збору податків і платежів органу ДПС ($K_{дзм}$) і критерію динаміки продуктивності працівників органу ДПС ($K_{дпр}$), а також недостатньою інформативністю критерію затратності збору податків і платежів ($K_{зм}$).

Розрахунок інтегрального критерію результативності діяльності підрозділів податкового відомства. Вагові коефіцієнти для розрахунку інтегрального критерію результативності діяльності органів ДПС (табл. 1.4).

Таблиця 1.4

№ з/п	Назва показника	Позначення вагового коеф.	Значення
1.	Інтегральний критерій збору податків і платежів (K_{zn})	W_{zn}	0,5
2.	Інтегральний критерій економічної ефективності (K_{ef})	W_{ef}	0,5

Значення вагових коефіцієнтів встановлені керуючись вимогою рівності «1» суми всіх вагових коефіцієнтів, які задіяні у розрахунку (в нашому прикладі: $0,5+0,5=1$) та припущеннях рівноважливості інтегрального критерію збору податків і платежів (K_{zn}) та інтегрального критерію економічної ефективності (K_{ef}). Для прикладу у табл 1.5 наведено результати використання методології інтегральної згортки загалом по ДПС України (станом на 01.10.2010).

Таблиця 1.5

	Показники результативності діяльності органів ДПС	Значення показників	Пояснення
1	2	3	4
1.	Показники, що характеризують результативність збору податків і платежів		
1.1	Відсоток виконання встановлених завдань зі збору платежів всього до Загального фонду ДБ, %	82,97 %	
1.2	Динаміка зростання (зменшення) надходжень до ЗБ порівняно з аналогічним періодом минулого року (в реальних цінах), %	115,2 %	Станом на 1.10.2010 порівняно з аналогічним, періодом минулого року, до ЗБ надійшло на 15,2 % податків більше
2.	Показники, що характеризували економічну ефективність органів ДПС		
2.1	Показник затратності, що характеризує питому вагу затрат у сумі збору податків до Зведеного бюджету по ДПС України, %	1,98%	100 грн податкових надходжень вартують державі 2,27 грн
2.2	Показник продуктивності, що характеризує величину надходжень (збору) у розрахунку на одного працівника ДПС (тис. грн)	2286,72	

Продовження таблиці 1.5

1	2	3	4
2.3	Показник динаміки затратності як різниця відсотків затратності 2009 і 2010 років, що характеризує її зменшення/збільшення, %	-0,14%	Затратність 2010 року зменшилась на 0,14 % (2009 – 2,12 %, 2010 – 1,98)
2.4	Показник динаміки продуктивності як відношення продуктивності 2010 року до продуктивності 2009 року, що характеризує її збільшення/зменшення, %	16,3%	Продуктивність збільшилася на 16,3 %. У 2009 – 1970,84 тис. грн на працівника; 2010 – 2286,72 тис. грн на працівника
3.	Інтегральний критерій результативності діяльності ДПС за даними показниками, %	65,04 %	

Аналогічні показники були розраховані для кожного органу ДПС (станом на 2010 усього 462 інспекції та 28 обласних ДПА України). На основі статистичного аналізу розподілу значень інтегрального критерію результативності діяльності підрозділів визначено правило класифікації органів ДПС за рівнем результативності [4].

Таблиця 1.6

**Статистичні показники інтегрального критерію
результативності діяльності органів ДПС**

Назва показника	Значення
Кількість органів ДПС, включаючи регіональні ДПА	490
Середнє значення інтегрального критерію	65,00
Середньо-квадратичне відхилення, СКВ	7,15
Мінімальне значення	33,93
Максимальне значення	87,61

Нижче подано гістограму розподілу розрахованих значень інтегрального критерію результативності діяльності органів ДПС. Дані табл.1.6 та графічний аналіз рис.1.2 дозволяє стверджувати, що розподіл відповідає «нормальному закону» (близько 70 % об'єктів, що розглядаються, знаходяться у межах: середнє значення показника $\pm$ його середньоквадратичне відхилення):

$$\sim 58 < I_{кр} (65,0 \pm 7,15) < \sim 72$$

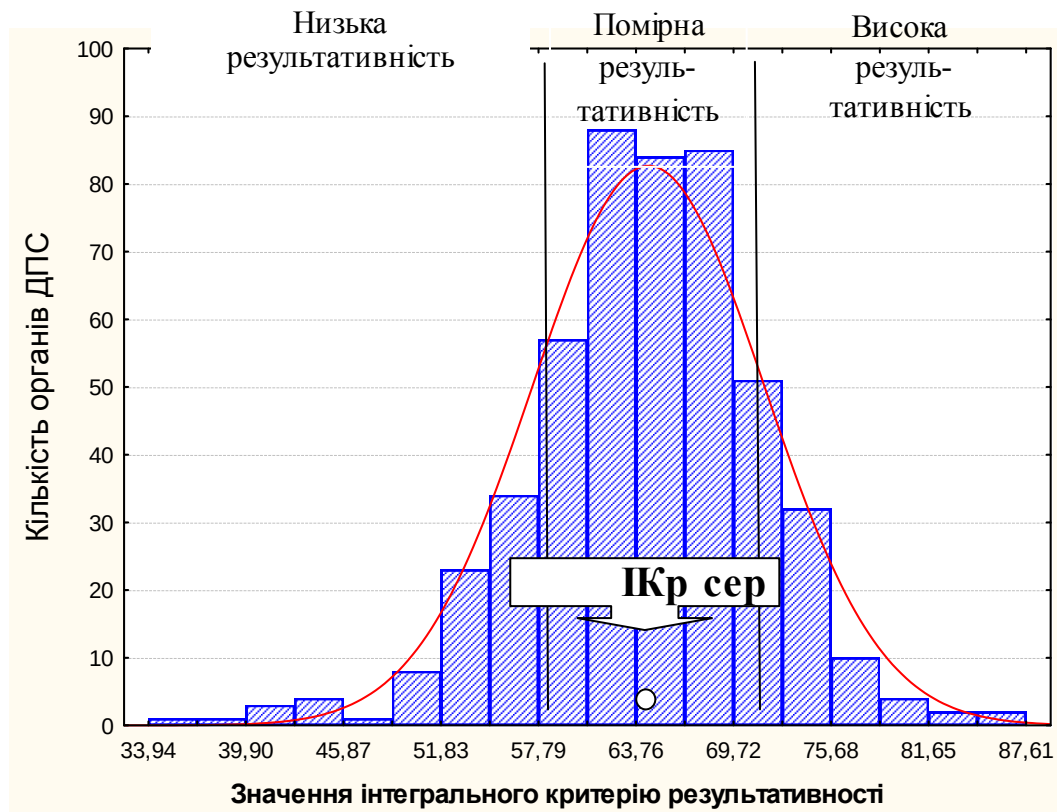


Рис. 1.2. Гістограма розподілу розрахованих значень інтегрального критерію результативності діяльності органів ДПС (2010 р.)

На основі оцінених параметрів статистичного розподілу (табл. 1.6) можна формувати правила (критерії) класифікації органів податкового відомства за рівнем результативності. У даному прикладі для 2010 року критерії класифікації формувались на основі середнього значення Інтегрального критерію результативності діяльності органів ДПС 65,0 та середньоквадратичного відхилення (далі – СКВ) рівним $\sim 7,0$. Відповідно до цих критеріїв органи ДПС за рівнем результативності розподілені на три основні групи (табл. 1.7).

Таблиця 1.7

Критерії розподілу органів ДПС за рівнем результативності

№ групи	Група органів ДПС за рівнем результативності діяльності	Значення інтегрального критерію
1.	Група високої результативності	$Ікр > 72$
2.	Група помірної результативності	$58 < Ікр < 72$
3.	Група низької результативності	$Ікр < 58$

Результати класифікації органів ДПС за значеннями інтегрального критерію результативності діяльності подані у табл. 1.8. Із таблиці 1.8 видно, що до 3-ої групи (низької результативності) входило 74 органи ДПС, тобто 16 % від загальної кількості органів ДПС на той час. Проте загальна сума невиконання встановленого завдання цими інспекціями становить 9,226 млрд грн, або 53,14 % від усієї суми невиконання встановлених завдань зі збору до Загального фонду Державного бюджету. Це вказує на те, що саме групі органів ДПС низької результативності потрібно приділяти оперативну увагу.

Таблиця 1.8

**Класифікація органів ДПС за значеннями
інтегрального критерію результативності діяльності**

№ гр.	Значення інтегрального критерію результативності	Кіль- кість органів ДПС	Питома вага органів ДПС у загальній кількості, %	Сума відхилення від вст. завдань, (тис. грн)	Питома вага відхилення у загальній сумі по Україні, %
1.	ІКр > 72 (група високої результативності)	57	12,3	—	—
2.	58 < ІКр < 72 (група помірної результативності)	331	71,5	8 132 563	46,86
3.	ІКр < 58 (група низької результативності)	74	16	9 225 628	53,14
	Усього	462	100	17 358 191	100

Використання вищенаведеної методики і доведення до кожного органу податкового відомства інформації про його рівень результативності на основі апробованих, перевірених показників та критеріїв буде сприяти формуванню мотивації щодо покращання показників операційної діяльності. Особливо це може бути дієвим під час формування реальних стимулів для покращання показників діяльності, що може наблизити податкове відомство до класу саморегулюючих систем із ознаками самоорганізації та неперервного удосконалення.

Власне вищенаведені результати характеризують реальний стан, і на основі отриманих результатів можна формувати проміжні та стратегічні цілі, що стосуються результативності діяльності підрозділів податкового відомства. У табл. 1.9 показано приклад сформованих стратегічних цілей податкового відомства держави на період до 2020 року, які можна уточнювати і корегувати на основі середніх прогностичних значень Ікр та контрольних параметрів СКВ («сігма»).

На рис. 1.3 зображені прогностичні графіки розподілу значень Ікр для кожного контрольного року і межі, визначені значенням «сігма» (СКВ, σ), у яких повинні знаходитися ≥ 70 % органів ДПС України. Оскільки метод базується на встановленні двох цільових показників – середнього значення та СКВ (σ), його можна назвати методом «сігма-управління».

Таблиця 1.9

**Приклад сформованих стратегічних цілей
податкового відомства на основі методу «сігма-управління»**

Показник \ роки	Фактичні значення	Цільові показники	
	2010	2015	2020
Середнє значення інтегрального критерію результативності (Ікр) органів ДПС України	65	80	90
Середньо-квадратичне відхилення (СКВ, σ)	7	5	3

Щодо сучасних методів та технологій прийняття рішень, особливу увагу на сьогодні доцільно приділяти технологіям інтелектуального аналізу великих масивів даних (BigData) на основі методів машинного навчання (Machine Learning).

Технології інтелектуального аналізу даних об'єднують нові ідеї із галузі комп'ютерних наук, штучного інтелекту, статистики та теорії баз даних, і позначаються як KDD або DM (Knowledge Discovery in Database, Data Mining – добування нових знань із баз даних (датамайнінг)).

На рис. 1.3: N – кількість органів податкового відомства; $I_{кр}$ – значення інтегрального критерію результативності [5].

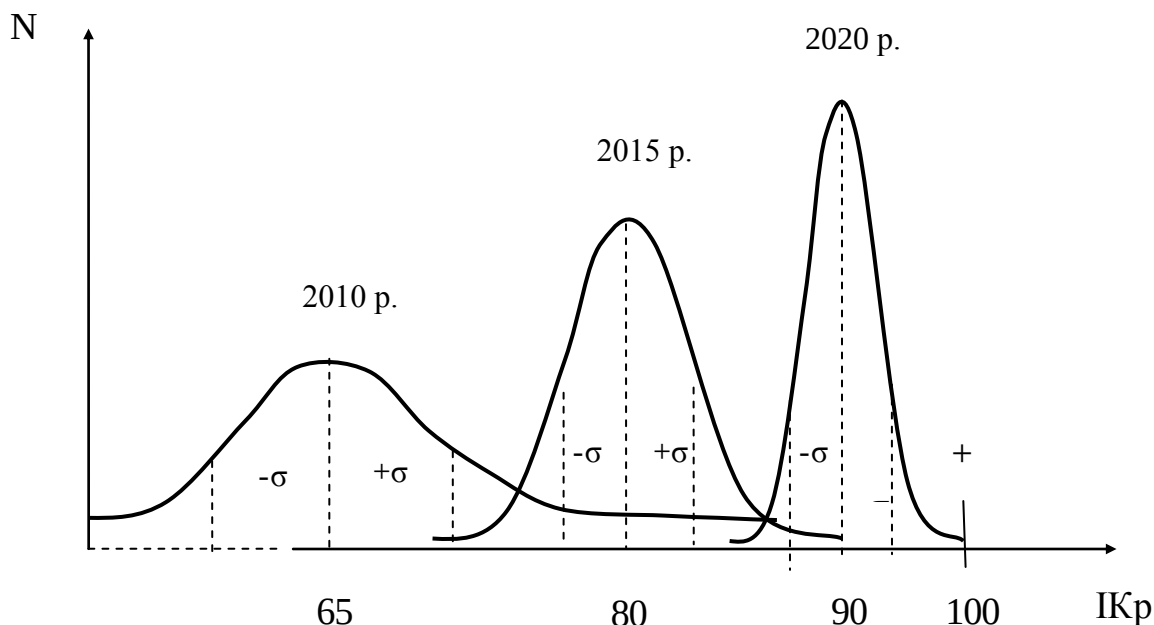


Рис.1.3. Приклад «сігма-управління» за встановленими цілями з підвищення результативності податкового відомства держави

На сьогодні концепції управління, що базуються на впровадженні технологій оцінювання результатів діяльності та мотивації персоналу, інтегровані у парадигмі розвитку організації, орієнтовані на «управління знаннями», яку можна взяти за основу для побудови інтелектуальної інфраструктури ДПС України. Вона передбачає створення експертного середовища для системного і безперервного обміну, накопичення і використання професійних знань. Зокрема, однією із його складових може бути підсистема формування, моніторингу та контролю цільових показників.

Формування та апробацію економіко-математичних, імітаційних моделей податкових процесів можна здійснювати за допомогою широкого спектру комп'ютерних математичних та статистичних пакетів, що реалізують датамайнінг. Зокрема, мови програмування Python, R, пакети Statistica (StatSoft), SPSS, додатки розширеної аналітики СКБД Oracle 10g-18 мають широкий спектр методів виявлення і розпізнавання образів, асоціативних правил, дерев рішень, класифікації, кластерного і дискримінантного аналізу, нечітких множин, регресійно-кореляційного аналізу, прогнозування часових рядів (ARIMA та інші) [6, 7]. Ці засоби можуть використовувати для підтримки прийняття рішень в управлінні різними аспектами діяльності органів ДПС України.

Отже, враховуючи неповноту інформації та неточність даних інформаційних ресурсів податкового відомства щодо діяльності платників податків, для побудови ефективної системи управління діяльністю органів ДПС України необхідне об'єднання зусиль експертів у галузі оподаткування, сучасних технологій аналізу інформації, управління знаннями.

Актуальним питанням підвищення ефективності в адмініструванні податків є також побудова ризик-орієнтованої системи адміністрування податків, як базового елемента системи прийняття тактичних та стратегічних рішень в операційній та організаційно-управлінській діяльності органів ДПС України [8, 9].

Комплексна система управління податковим відомством повинна включати такі елементи: нормативно-методологічне забезпечення операційної діяльності, ефективну організаційну та інформаційну інфраструктуру; системи: підтримки прийняття управлінських рішень, управління ризиками, контролю результативності діяльності, управління якістю [10, 11].

Список використаних джерел

1. Теорія прийняття рішень: підручник для студентів спеціальності «Комп'ютерні науки та інформаційні технології» /Л.С. Файзільберг, О.А. Жуковська, В.С. Якимчук. Київ: Освіта України, 2018. 246 с.
2. Ситник В. Ф. Системи підтримки прийняття рішень: навч. посіб. К.: КНЕУ, 2004. 614 с.
3. Редич О.В. Зведений звіт про застосування методології інтегральних критеріїв при оцінці процесів адміністрування податків та результативних показників діяльності органів ДПС України. ДРМ ДПС. 2011. С. 54.
4. Редич О.В., Губатенко О.А. Результати застосування методології інтегральних критеріїв в оцінюванні діяльності органів ДПС України. Модернізація державної податкової служби України у контексті інноваційного розвитку: матеріали науково-практичного семінару. Ірпінь: Національний університет ДПС України, 2011, 268 [86–97] с.
5. Редич О.В. Управління податковим відомством на основі ключових показників ефективності // УДФСУ. Економічний вісник. Серія: Фінанси, облік, оподаткування. 2018. № 2. С. 169–177.
6. Oleksandr Redych. (2019) Decision-Making in the Management of the Tax Authorities on the Basis of Integrated Performance Indicators. International Journal of Innovative Technologies in Economy. 3(23). doi: 10.31435/rsglobal_ijite/30.04.2019/6454. P.32-40.

7. Редич О. В. Імітаційне моделювання впливу податкового тиску на діяльність новостворених малих підприємств // Міжнародний науковий журнал «Інтернаука». 2020. №8. <https://doi.org/10.25313/2520-2057-2020-8-6057>.

8. Редич О.В., Романенко В. В. Суб'єктивна оцінка податкового навантаження як фактора ризику економічної безпеки України // Теоретичні та прикладні питання економіки. Збірник наукових праць. Випуск № 1 (34) (за заг. ред. Проф. Єханурова Ю.І., проф. Филюк Г.М.). – К.: ТОВ «ЦП «КОМПРИНТ», 2017. С. 175–184.

9. Вітлінський В.В., Редич О.В. Концептуальні засади впровадження ризикоорієнтованого підходу у адмініструванні податків // Проблеми впровадження інформаційних технологій в економіці. Тези доповідей 7-ї міжнародної науково-практичної конференції (м. Ірпінь, квітень 2009 р.). НУ ДПСУ, С. 27–40.

10. Редич О.В. Погляд на податкову систему України як на складну саморегулюючу економічну систему // Бюджетна система. Тези доповідей науково-практичної конференції (м. Ірпінь, травень 2003 р.). Національна академія ДПС України. С. 124–126.

11. Редич О.В. Оцінювання точок Лаффера на основі двопараметричного методу // Проблеми впровадження інформаційних технологій в економіці. Тези доповідей міжнародної науково-практичної конференції (Ірпінь, травень 2002 р.). Академія ДПС України. С. 91–96.

1.2. Інжиніринг цифрового виробництва з інноваційною економікою знань

Принциповою особливістю інжинірингу на сьогодні є його творчий характер, наявність загального фонду технологій і відкриттів; провідна роль науки (насамперед інформаційних технологій) у створенні нових виробів і в цілому техніки; системний характер діяльності. Більше окреслені нові тенденції інтеграції, що пов'язані із поглибленням розуміння процесу проектування, зі зміною технології інженерної праці [1].

Ключовим у цьому процесі є моделювання усіх сторін людської діяльності – соціальної, організаційної, технічної, освітньої, рекреаційної тощо. Тобто суб'єкти діяльності переходять до детального прогнозування свого майбутнього і до його якнайшвидшого втілення. У процесі такого втілення, в матеріалізації задумів значну роль відіграє інженерна діяльність, що організує цей процес і реалізує той чи інший проєкт на основі новітніх технологій. При цьому від освоєння і розвитку нових технологій залежить, в кінцевому рахунку, місце і добробут держав і націй, а також окремих людей.

Інжиніринг є насамперед інформаційним процесом, процесом генерування нової інформації. Цей процес у кількісному відношенні має лавиноподібний характер, тому що з переходом на кожний новий інформаційний рівень зростає кількість можливих поєднань, а, відповідно, і потужність нових множин об'єктів або їх інформаційних заміщень. Виникає необхідність випереджаючого розвитку засобів моделювання і засобів комунікації порівняно із засобами матеріального втілення проєкту у виробі. Основним засобом системного представлення нових розробок і прогнозування можливих наслідків є інформаційне та математичне моделювання [2, 3].

Глобалізація ринків, конкуренції, освітніх і промислових стандартів, фінансового капіталу і наукомістких інновацій вимагає більш швидких темпів розвитку, коротких циклів, низьких цін і високої якості ніж будь-коли раніше. Спостерігається швидкий, інтенсивний розвиток інформаційно-комунікаційних технологій та наукомістких комп'ютерних технологій.

Світові наука і промисловість стикаються з більш складними комплексними проблемами, які не можуть бути вирішені з використанням традиційних («вузькоспеціалізованих») підходів. Це призводить до інтеграції окремих наукових дисциплін у між-, мульти- і трансдисциплінарні наукові напрями; до розвитку окремих технологій в технологічні ланцюжки нового покоління; до інтеграції окремих модулів і компонентів в ієрархічні системи більш високого рівня, і до розвитку мегасистем – великомасштабних комплексних науково-технологічних систем, які забезпечують рівень функціональності, що виходить за межі досягнення їх окремими компонентами [4].

Відбувається інтенсивне розмивання галузевих кордонів, зближення секторів і галузей економіки, розмивання меж фундаментальної і прикладної науки за рахунок необхідності вирішення комплексних науково-технічних проблем, виникнення мегапроблем і мегасистем, диверсифікації та активізації діяльності. Найчастіше це здійснюється на основі аутсорсингу і аутстафінгу, а також при ефективній кооперації компаній та установ як в рамках галузі, так і з різних галузей. Наприклад, формування високотехнологічних кластерів з науково-освітніх організацій і промислових фірм, від великих держкомпаній до малих інноваційних підприємств. Відмінною характеристикою нинішнього етапу розвитку є створення із застосуванням сучасних

нанотехнологій нових функціональних матеріалів і smart-матеріалів, матеріалів із заданими фізико-механічними і керованими властивостями, сплавів, полімерів, керамік, композитів і композитних структур, які, з одного боку, є «матеріалами-конструкціями», а з іншого – самі є складовою частиною або компонентом макроконструкції (автомобіля, літака тощо).

Інноваційність є визначальною характеристикою сучасних науково-технічних, виробничих, соціально-економічних та суспільних процесів. У світі спостерігається закономірність переходу від переважно відтворювального до інноваційного типу розвитку. Від оволодіння інноваційними механізмами розвитку певною мірою залежить майбутнє України: чи рухатиметься вона в напрямі входження до розвинених країн, чи залишиться стагнуючою країною на узбіччі науково-технічного і соціального прогресу [5].

Зазначимо про основні принципи побудови сучасних організацій, підприємств і установ з інноваційною економікою знань: 1) оптимізація взаємодій між різними учасниками інноваційного процесу (освітою, наукою і промисловістю); 2) пріоритетність довгострокових цілей; 3) модель безперервного поліпшення процесів за Шухартом-Демінгом; 4) кайдзен-принципи; 5) принцип «пріоритету за талантами»; 6) компанія є творцем знання (The Knowledge Creating Company); 7) самонавчання (Learning Organisation); 8) принцип «скорострільності»; 9) навчання через вирішення задач; 10) «освіта через усе життя»; 11) між- /мульти- /трансдисциплінарність; 12) капіталізація «ноу-хау» та ключових компетентностей; 13) «інваріантність» мультидисциплінарних надгалузових комп'ютерних технологій [6, 7].

Принцип оптимізації взаємодій між різними учасниками інноваційного процесу (освітою, наукою і промисловістю) може бути реалізований за відповідної державної політики як посередника. Як свідчить аналіз, в Україні інноваційний трансфер технологій завжди був слабким місцем національної інноваційної системи, яка недостатньо забезпечує комерціалізацію наукових досягнень і технологічних розробок. Причиною цього є як адміністративно-командна традиція управління українською освітньою і науковою сферою, так і підтримання управлінських організаційних форм, які обслуговують «лінійну» модель інноваційного циклу [8, 9, 10].

Визначення цілей є доволі трудомістким і відповідальним процесом, який складається з таких основних стадій: виявлення й аналіз трендів у середовищі; вибір цілей організації загалом; побудова ієрархії цілей; визначення індивідуальних цілей. Основне правило при визначенні цілей, особливо генеральних, – залучення до їх розроблення працівників організації. Модель безперервного поліпшення процесів, або цикл Шухарта-Демінга *PDCA* дозволяє ефективно керувати діяльністю в різноманітних областях на системній основі (тут *P (Plan)* – плануй, *D (Do)* – роби, *C (Check)* – перевіряй, *A (Act)* – впливай). Це досягається завдяки таким принципам: а) сталість мети завдяки розподілу ресурсів таким чином, щоб забезпечити довгострокові цілі і високу конкурентоспроможність; б) неухильне поліпшення усіх процесів; в) практика лідерства; г) заохочення ефективних двосторонніх зв'язків в організації та руйнування бар'єрів між підрозділами, службами та відділеннями; д) практика підготовки і перепідготовки кадрів; е) стійка прихильність вищого керівництва до постійного поліпшення якості і продуктивності; є) реалізація програм освіти і підтримки самовдосконалення співробітників за гаслом «знання – джерело успішного просування в досягненні конкурентоспроможності» [5, 6, 7].

Кайдзен-принципи безперервного процесу вдосконалення діяльності підприємства становлять центральну концепцію японського менеджменту. Основні компоненти кайдзен-технологій: а) загальний контроль якості; б) менеджмент, орієнтований на процес; в) концепція «стандартизованої роботи» як оптимального поєднання працівників і ресурсів; г) концепція «точно і вчасно» (*just-in-time*); д) *PDCA*-цикл; е) концепції (хто – що – куди – коли – чому) / як та (людина – машина – матеріал – метод). Принципово важливо, що в кайдзен повинні бути залучені всі – від вищого керівництва до рядових співробітників, тобто «кайдзен – справа всіх і кожного» [11].

Завдяки впровадженню принципів надання «пріоритету талантам» – в сучасному світі мають доходи ті організації, які є найбільш привабливими на ринку праці і роблять усе, щоб залучити, допомогти розвитку і утримати найбільш талановитих співробітників. Основою успіху є призначення компетентних працівників на основні посади в організації. Дефіцит кадрів змусить компанії зайнятися створенням власних джерел залучення та виховання талантів: партнерство з університетами, програми стажувань, система службово-кваліфікаційного просування та постійне навчання.

У моделі управління на основі принципу «компанія – творець знання» основну роль проявляє «знання». Основні положення цього підходу: а) знання – основний конкурентний ресурс; б) організаційне навчання; в) теорія створення знання організацією заснована на способах взаємодії і трансформації формалізованих і неформалізованих знань; г) спіраль створення знання, що розгортається «вгору і вширину»; д) команда, що створює знання, складається, як правило, з «ідеологів знання», «організаторів знання» і «практиків знання» [12].

У сучасних умовах «жорстка конструкція» організації стає перешкодою для швидкого реагування на зовнішні зміни і ефективного використання обмежених внутрішніх ресурсів, тому організація повинна мати таку внутрішню структуру, яка дозволить їй постійно адаптуватися до постійних змін зовнішнього середовища. Основними складовими організації, що навчається, є: загальне бачення, системне мислення, майстерність вдосконалення особистості, інтелектуальні моделі, групове навчання на основі регулярних діалогів і дискусій.

Універсальні принципи «скорострільності» можуть використовуватися у будь-якій галузі для формування досконалої організаційної структури, здатної робити все необхідне, щоб скоротити часовий проміжок від моменту звернення замовника і до моменту оплати за виконану роботу. Актуальними для кожного бізнесу, що орієнтується на неухильне поліпшення і вдосконалення, є такі практичні ідеї: а) ухвалення управлінських рішень на основі довгострокової концепції; б) стандартизовані завдання – основа безперервного вдосконалення і надання повноважень працівникам; в) виховання лідерів, які досконало знають свою справу, живуть філософією компанії і можуть навчити цьому інших; г) необхідно поважати всіх своїх партнерів і постачальників – ставити їм складні завдання і допомагати вдосконалюватися; д) ухвалення рішень неспішно, спільно і ретельно обміркувавши всі варіанти, а втілення – швидко і негайно [13].

Принцип «навчання через вирішення задач» передбачає розвиток системи регулярної участі студентів і співробітників у спільному виконанні реальних проєктів на замовлення підприємств вітчизняної і світової промисловості. Це досягається у рамках діяльності віртуальних проєктно-орієнтованих команд на основі випереджаючого придбання і застосування сучасних ключових компетентностей, насамперед технологій комп'ютерного інжинірингу [2, 3, 9, 14].

Принцип «освіта через усе життя» сприяє розвитку комплексної і міждисциплінарної підготовки або професійної перепідготовки кваліфікованих і компетентних фахівців світового рівня у галузі комп'ютерного інжинірингу на основі відповідних передових технологій.

Принцип між- /мульти- /трансдисциплінарності означає перехід від вузькоспеціалізованих галузевих кваліфікацій до набору ключових компетентностей, тобто здібностей і готовності вести певну діяльність (наукову, інженерну, конструкторську, розрахункову, технологічну тощо), що відповідає високим вимогам світового ринку.

Реалізація принципу капіталізації ноу-хау та ключових компетентностей в умовах глобалізації та гіперконкуренції дозволить постійно підтверджувати високий рівень виконуваних науково-дослідних робіт, створювати нові наукові і технологічні результати шляхом систематичної капіталізації і багаторазового тиражування на практиці як галузевих, так і між- /мульти- /трансдисциплінарних «know-how». Такий підхід лежить в основі створення і поширення в рамках організації ключових компетентностей і передових технологій.

Принцип «інваріантності» мультидисциплінарних надгалузевих комп'ютерних технологій дозволяє створювати значні і унікальні науково-освітні проекти шляхом систематичної капіталізації і багаторазового застосування на практиці численних між- / мульти- / трансдисциплінарних ноу-хау, налагоджувати раціональні ефективні схеми і алгоритми інженерної (політехнічної) системи трансферу, що принципово важливо для створення інноваційної інфраструктури майбутнього.

Зазначимо, що на сучасному етапі розвитку цивілізації жодні наявні ресурси, у тому числі інформація, не здатні забезпечити тривалі конкурентні переваги. Сьогодні успіх у глобальній конкурентній боротьбі між окремими підприємствами, регіонами, країнами залежить насамперед від здатності створювати нові знання і на їх основі розробляти нові технології, нові продукти, постійно виявляти нові проблеми і винаходити нетрадиційні шляхи їх вирішення. Визначальна роль у створенні «трикутника знань» (освіта – наукові дослідження – інновації) належить університетам, які мають бути каталізаторами інноваційних процесів і в кінцевому результаті – генераторами благ і добробуту. Університет як організація покликаний не лише передавати студентам знання, а й продукувати нові і шляхом залучення студентів

до перманентного наукового пошуку навчати їх критично аналізувати, самостійно, вільно, креативно мислити і діяти, самостійно формулювати та вирішувати нові проблеми, розвиватись і навчатись протягом життя [6, 8].

В основі сучасного інжинірингу виробів лежать насамперед наукомісткі мультидисциплінарні, багатомасштабні (багаторівневі) і багатостадійні дослідження на основі між- /мульти- /трансдисциплінарних, іноді так званих «мультифізичних» комп'ютерних технологій [1]:

1. Концепція мультидисциплінарності – перехід від окремих дисциплін, наприклад, теплопровідності і механіки, на основі термомеханіки, електромагнетизму та обчислювальної математики до мультидисциплінарної обчислювальної термо-/ електро-/ магнітомеханіки.

2. Концепція багатомасштабності (багаторівневості) – перехід від одномасштабних моделей до багатомасштабних ієрархічних нано-/ мікро-/ мезо- / макромоделей.

3. Концепція багатостадійності – застосовування концепцій мультидисциплінарності та багатомасштабності (багаторівневості) при створенні нових матеріалів зі спеціальними властивостями, розробка конкурентоспроможних систем, конструкцій і продуктів нового покоління на всіх технологічних етапах конструкції (наприклад, лиття – штампування / кування / ... / деформування – зварювання тощо).

Другою базою сучасного інжинірингу є комп'ютерне проектування конкурентоспроможних виробів («Simulation Based Design»), заснованого на ефективному та всебічному застосуванні методів чисельного моделювання і передових комп'ютерних технологій з використанням сучасних засобів візуалізації [15]:

1. CAD (Computer-Aided Design) – комп'ютерне проектування. Нині розрізняють три основних підгрупи CAD: а) машинобудівні CAD (MCAD – Mechanical CAD), що є найбільш розвиненими технологіями з відповідним сегментом ринку; б) CAD друкованих плат (ECAD – Electronic CAD/EDA – Electronic Design Automation); в) архітектурно-будівельні CAD (CAD/AEC – Architectural, Engineering and Construction).

2. FEA (Finite Element Analysis) – чисельний аналіз насамперед задач механіки деформованого твердого тіла, статички, коливань, стійкості динаміки і міцності машин, конструкцій, приладів, апаратури, установок і споруд, тобто всього спектру продуктів і виробів з різних галузей промисловості. За допомогою різних методів чисельного

моделювання ефективно розв'язують задачі теплообміну, електромагнетизму і акустики, будівельної механіки, технологічні задачі (насамперед задачі пластичної обробки металів), задачі механіки руйнування, задачі механіки композитів і композитних структур.

3. CAE (Computer Aided Engineering) – наукомісткий комп'ютерний інжиніринг, заснований на ефективному застосуванні мультидисциплінарних надгалузових CAE-систем, заснованих на сучасних обчислювальних методах. Реалізуючи CAE-системи, розробляють і застосовують раціональні математичні моделі, що володіють високим рівнем адекватності реальних об'єктів і реальних фізико-механічних процесів, виконують ефективне вирішення багатомірних дослідних і промислових задач, описуваних нестационарними нелінійними диференціальними рівняннями в приватних похідних.

У XXI столітті основна концепція комп'ютерного проектування конкурентоспроможної продукції інтенсивно розвивається [7].

Еволюцію основних підходів, тенденцій, концепцій та парадигм від комп'ютерного проектування (Simulation Based Design) до «цифрового виробництва» («Digital Manufacturing») можна представити таким чином:

1) проектування і технічні консультативні послуги з розробки і підготовки виробничого процесу, забезпечення нормального процесу та реалізації продукції;

2) мультидисциплінарність, завдання стають комплексними; вони вимагають для свого вирішення знань із суміжних дисциплін;

3) широке застосування суперкомп'ютерів, високопродуктивних обчислень та обчислювальних систем і кластерів у рамках ієрархічних кіберінфраструктур для вирішення складних мультидисциплінарних завдань, виконання багатомодельних і багатоваріантних розрахунків (Super Computer Simulation Based Design);

4) застосування Super Computer Simulation Based Design з метою реалізації багатомасштабності, багатостадійності, мультидисциплінарності та мультитехнологічності створення виробу;

5) одночасне комп'ютерне проектування та інжиніринг матеріалів і елементів конструкцій з них – гармонійне поєднання механіки матеріалів і конструкцій;

6) застосування у виробництві «розумних» (smart) матеріалів, різних видів оптимізації (параметричної, багатовимірної, структурної, топологічної, багатокритеріальної) та раціональної оптимізації технологічних процесів;

7) розширення лінійки процесів проєктування, інжинірингу та оптимізації до виробництва продукції і перехід до її віртуальної розробки (*Virtual Product Development*);

8) створення віртуальної, цифрової 3D моделі виробу і всіх його компонентів, що дозволяє виключити з процесу розробки виробу створення дорогих натурних моделей-прототипів, «вимірювати» і моделювати будь-які характеристики об'єкта в будь-яких умовах експлуатації; реалізація «цифрового виробництва» як основної компоненти «розумних» заводів і фабрик.

Для підтримки життєвого циклу виробів неперервно розвиваються інтегровані комплексні системи і технології, еволюцію яких можна представити такими рішеннями [15]:

1. *CAD/CAM-технології (Computer-Aided Design / Manufacturing)*, які інтегрують *CAD*- і *CAM*-системи і забезпечують інтегроване рішення задач конструкторського і технологічного проєктування, включаючи засоби 3D параметричного моделювання, випуску креслень, а також засоби технологічної підготовки виробництва насамперед за допомогою програм для станків з числовим програмним управлінням (*Computer Numerical Control, CNC*) або, останнім часом, за допомогою технологій швидкого прототипування (*Rapid Prototyping, RP*) або адитивних технологій (*Additive Technologies, AD*).

2. *Concurrent Engineering (CE)* – «конкурентне» проєктування / паралельне проєктування / спільне проєктування) – спільна робота експертів з різних функціональних підрозділів підприємства на якомога більш ранній стадії розробки продукту з метою досягнення високої якості, функціональності і технологічності за найкоротший період з мінімальними витратами. *CE* є в основному вираженням бажання збільшити конкурентоспроможність продукції за рахунок скорочення життєвого циклу виробу, а також підвищення якості та зниження ціни.

3. *PDM-системи (Product Data Management, PDM)* – системи управління даними про виріб, які іноді називають системами для колективної роботи з інженерними даними.

4. Крім застосування *CAD / CAM / CAE / PDM*-систем, починаючи з 90-х років минулого століття, у промисловості використовують *ERP-системи (Enterprise Resources Planning)* – системи планування і управління ресурсами підприємства. На початку нинішнього століття увага зосереджувалася на *MES-системи (Manufacturing Enterprise*

Solutions, MES) – корпоративні системи управління виробництвом на рівні цеху, *SCM*-системи (*Supply Chain Management, SCM*) – системи управління ланцюгом поставок і взаємовідносинами з постачальниками), *CRM*-системи (*Customer Relationship Management, CRM*) – системи управління взаємовідносинами з замовниками.

5. Вкінці минулого тисячоліття *IBM* розробила нову концепцію – управління життєвим циклом виробу (*Product Lifecycle Management, PLM*). Попит на *PLM*-продукти став зростати, незважаючи на спади і кризи світової економіки. Основне призначення *PLM*-технологій – об'єднання і ефективна взаємодія ізольованих ділянок автоматизації, що утворилися у результаті впровадження різних систем (*CAD, CAM, CAE, PDM, ERP, MES, SCM i CRM*) у рамках єдиного інформаційного простору, а також для реалізації наскрізного конструкторського, технологічного та комерційного циклів виробництва продукції – «від за-родження ідеї, створення продукту, його експлуатації та, нарешті, до його утилізації».

Принципово важливо, що основу *PLM*-технологій становлять *CAD-* / *CAM-*, *CAE-* і *PDM*-технології, завдяки спільному використанню яких традиційний послідовний підхід до розробки нових виробів замінений сучасним інтегрованим підходом. Цей підхід забезпечує одночасне комп'ютерне проєктування виробу за допомогою *CAD*-системи, виконання різноманітних інженерних *CAE*-розрахунків (комп'ютерний інжиніринг) і технологічну підготовку виробництва за допомогою *CAM*-системи на основі спільного використання проєктних даних, починаючи з більш ранніх стадій проєктування та інженерного аналізу, одночасно різними групами фахівців за допомогою *PDM*-системи.

6. Проблеми організації командної роботи над проєктами та ефективного управління інформацією про виріб протягом його життєвого циклу можуть бути вирішені за допомогою перспективних *CALS*-технологій (*Computer-aided Acquisition and Logistics Support*). Інформаційна підтримка базується на створенні єдиного інформаційного простору для роботи з виробами. За рахунок безперервної інформаційної підтримки забезпечуються однакові способи управління процесами і взаємодії всіх учасників цього циклу: замовників продукції, постачальників / виробників продукції, експлуатаційного і ремонтного персоналу. Передбачається, що комерційний успіх на ринку машинобудівної продукції буде неможливий без технологій *CALS*.

У дослідженні як приклад представлено наукомісткий комп'ютерний інжиніринг біметалевого відливка (САЕ-систему), що базується на надійних методиках і алгоритмах чисельного рішення задач теплообміну, нелінійної задачі термopужності і обернених задач теплопровідності, що дають можливість на основі результатів натурного експерименту адаптувати математичну модель до умов досліджуваного процесу [16, 17].

З використанням цих алгоритмів проведено багатоваріантний аналіз процесу затвердіння відливка, під час чого варіювалися теплові та геометричні параметри системи і були визначені основні показники оптимального режиму лиття. Розроблені програмні засоби звільняють дослідника від проведення дорогих і трудомістких експериментів на рідкому металі і дозволяють аналізувати нові технології і нові процеси лиття.

Значним резервом підвищення ефективності використання металу в машинобудуванні є використання у конструкціях машин литих біметалевих і багатошарових виробів, у тому числі отриманих на основі зношених деталей.

Відновлення деталей заливанням рідкого металу на тверду основу в кокілі здійснюється за наявності таких, пов'язаних з теплообміном, процесів: попереднього підігріву зношеної деталі за допомогою індукційного нагрівача; затвердіння залитого рідкого металу; охолодження одержаного біметалевого відливка й кокілю.

Важливою умовою для формування якісного відливка є одержання металічного зв'язку між з'єднуючими частинами. Під час взаємодії металу, що заливається, з металоосною процесу дифузійного розплавлювання завжди передує процес дифузійного насичення поверхневого шару. Після досягнення певної концентрації легуючого елемента відбувається плавлення поверхневого шару металооснови. Глибину дифузійного шару для цієї температури можна приблизно визначити за часом насичення та коефіцієнтом дифузії легуючого елемента.

Під час відновлення в кокілі зношених деталей у відливках має місце істотна нерівномірність полів температури. Ступінь нерівномірності температури визначається тепловою взаємодією наплавленого шару з метало-осною, умовами теплообміну відливка з навколишнім середовищем, початковим тепловим станом системи тощо. Термічні напруження, що виникають у результаті цієї нерівномірності, можуть призводити до утворення різних тріщин.

Крім того, між наплавленим шаром і металоосновою може виникати недостатнє металічне з'єднання. Отже, відновлення деталей необхідно здійснювати за таких значень технологічних параметрів, які забезпечують зварюваність біметалевої пари (наплавлений шар – металооснова) і допустимий рівень виникаючих термічних напружень у відливка.

У зв'язку із цим виникла необхідність у математичному моделюванні процесів теплообміну в системі взаємодіючих тіл під час формування біметалевого відливка.

Процес відновлення зношених деталей супроводжується переміщенням границі фазового перетворення внаслідок кристалізації металу і під час математичного опису належить до класу задач *Стефана*.

Математична модель задачі затвердіння відливка включає параболічне рівняння теплопровідності:

$$c\rho \frac{\partial t}{\partial \tau} = \operatorname{div}(\lambda \operatorname{grad} t) + \Pi, \quad P = \{G \times [0 \times \tau_k]\}, \quad (1.6)$$

початкові умови,

$$t|_G = \varphi, \quad (1.7)$$

умови теплообміну на усій зовнішній границі Γ :

$$L(t_r) = \psi, \quad (1.8)$$

на поверхнях S сполучення тіл області G :

$$\lambda \vec{\Delta} t|_{S-} = \frac{\lambda_S}{\delta_S} \Delta t|_S = \lambda \vec{\Delta} t|_{S+} \quad (1.9)$$

і на міжфазній границі використовується наближення Стефана в класичній постановці:

$$\lambda \vec{\Delta} t|_{z-} - \alpha \Delta t|_{z+} = \rho \chi \frac{dz}{d\tau}, \quad (1.10)$$

де G – область у деяких просторових координатах; τ – час; λ_S – ефективний коефіцієнт теплопередачі через газовий зазор величиною δ_S ; оператор L може відповідати граничним умовам I, II або III роду. При цьому вхідні в систему рівнянь (1.6) – (1.10) функції:

$$\Phi = \{c, \rho, \lambda, \Pi, \chi, \varphi, \psi, \delta_S, \lambda_S\} \quad (1.11)$$

вважаються заданими для всієї області P , в якій визначається температура і задача (1.6–1.11) вважається прямою задачею теплопровідності за наявності фазових перетворень.

Враховуючи відомі труднощі (непрозорість розплавленого металу, його високу температуру, агресивність тощо) не завжди можливо точне визначення фізичних або геометричних характеристик системи. Можлива ситуація, коли мінімум одна з функцій (1.11) невизначена або визначена не у всій області визначення температури і потрібно знайти цю функцію на основі відомих інших функцій і деякої додаткової інформації про температуру або тепловий потік у циліндрі P :

$$L_{\theta}(P) = g. \quad (1.12)$$

Така задача теплопровідності (1.6–1.12) вважається оберненою. Оскільки додаткова інформація береться з експерименту, то методи вирішення оберненої задачі теплопровідності дозволяють адаптувати математичну модель до умов процесу.

На основі математичної моделі задачі теплопровідності в системі сполучених тіл («Наплавка», «Теплоізоляція», «Кокіль», «Навколишнє середовище») розроблені алгоритм та програмний комплекс із використанням різницевого методу [18].

Проведені обчислювальні експерименти з дослідження процесів теплообміну з відновлення деталей заливанням рідкого металу на зношену поверхню деталі (металооснову).

У реалізованій на практиці технологічній лінії з відновлення деталей (катка) гусеничного трактора теплообмінні процеси відбуваються за таких умов: 1) індукційне нагрівання металооснови здійснюється поза кокілем; 2) затверднення розплаву відбувається без екранування; 3) охолодження кокіля і відливки здійснюється повітрям.

Передбачається, що з метою одержання якісної відливки процес відновлення катка у кокілі, внутрішня поверхня якого покрита шаром теплоізоляції, здійснюється рідким металом, який має температуру перегріву порядку 100–200 К. При цьому приймається, що рідкий метал у момент завершення попереднього підігріву металооснови заливається досить швидко і твердне при постійній температурі T_t .

До визначальних параметрів технологічного процесу можуть бути віднесені температура попередньо підігрітої поверхні металооснови T_m , температура рідкого металу T_j та кількість залитого металу D , що

витрачається на відновлення одиничної поверхні зношеної деталі. З метою розробки оптимальних режимів відновлення зношеної поверхні катка гусеничного трактора виконано обчислювальне дослідження процесу залежно від його визначальних параметрів.

Під час обчислювального дослідження процесу з відновлення катка гусеничного трактора визначалися: розподіл температури в системі тіл і координати границь фазового перетворення, зазор і коефіцієнт теплопередачі між відливком та кокілем, а також температура вільної поверхні теплоізоляції.

Хороше співпадання розрахункових і експериментальних температур на зовнішній поверхні металооснови та у середині наплавки, де температура максимальна, свідчить про достатню точність розробленої математичної моделі процесу.

Для оцінки якості металічного з'єднання біметалевої пари досліджувалася кінетика затвердіння рідкого металу на металооснові залежно від визначальних параметрів технологічного процесу.

Результати обчислювального дослідження процесу відновлення деталей показали, що залитий метал перебуває біля зовнішньої поверхні метало-основи деякий час у рідкому стані. Цей час будемо називати часом зварюваності біметалевої пари. Протягом цього часу здійснюється дифузійне розплавлення металооснови.

За результатами експериментальних досліджень глибина якісного дифузійного шару становить величину порядку $b = 0,2 - 0,4$ мм.

Очевидно оптимальний рівень дифузійного розплавлення метало-основи відповідає глибині поверхневих нерівностей і мікротріщин. Маючи у своєму розпорядженні значення b , можемо визначити мінімальний час (час насичення), який потрібен для утворення необхідного з'єднання.

Як критерії оптимальності відновлення деталей використовують інтенсивність напруження, що визначає допустимий рівень виникаючих термічних напружень і співвідношення S , що характеризує зварюваність біметалевої пари (наплавка-металооснова).

Співвідношення S отримано на основі зіставлення розрахункових і експериментальних даних [17]:

$$S = (N \cdot T \cdot M) / (1 - M), \quad (1.13)$$

де безрозмірні величини $N = (T_j - T_t) / T_t$, $T = T_m / T_t$ і $M = D / D_j$; D_j – витрата рідкого металу при повному зношенні ободу деталі.

Значення S , отриманого на основі співвідношення (1.13), було використано для апіорної оцінки параметрів процесу одержання біметалевого відливка заливанням чавуну за складом (за масою): 2,8 - 3,2 C; 1,6 - 2,2 Si; 0,7 - 0,9 Mn; 0,2 - 0,4 C₂; 0,2 - 0,4 Cu; менш 0,05 S; менш 0,1 P на тверду метало-основу, що виготовлена зі *Cm45*.

Коли витрата рідкого металу становить $M = 0,22 - 0,57$, перегрів його дорівнює $N = 0,1 - 0,25$ і попередній підігрів зовнішньої поверхні метало-основи досягає значення $T = 0,74 - 0,97$, то якісна зварюваність біметалевої пари досягається при виконанні умови: $S \geq 0,04$.

Напружений стан біметалевого відливка визначався рішенням незв'язаної нелінійної задачі термопружності. Рішення задачі здійснювалось у переміщеннях методом встановлення [18]. У процесі розрахунків обчислювався розподіл деформації, напружень і інтенсивності напружень. Значення допустимого напруження визначалося за літературними джерелами за максимальною температурою в кожному з шарів біметалевого відливка, при якій воно приймає мінімальне значення і визначає екстремальний стан металу.

Розрахунки показали, що під впливом істотно нерівномірного температурного поля в біметалевому відливку виникають значні температурні напруження, що залежать від величини перепаду температури по перетину виробу. За результатами експериментів можна зробити висновок про те, що для зниження рівня виникаючих термічних напружень в біметалевому відливку необхідно підбирати метали за можливості з близькими за величиною механічними характеристиками і уникати великих перепадів температури по товщині виробу.

Досліджена проблема щодо формування у біметалевих відливках якісного дифузійного шару є актуальною і в процесах отримання багатошарових відливок шляхом заливання чергової порції рідкого металу на затверднений метал після попереднього заливання.

Розроблена і впроваджена методика дозволила виконати обчислювальні дослідження теплового стану багатошарового відливка, одержуваного пошаровим заливанням рідкого металу на попередньо залиту і затверднену основу та отримати практичні рекомендації щодо оптимальних режимів їх формування.

На сьогодні найбільш активними учасниками інжинірингових проєктів є країни Європи та Північної Америки, однак усі ці країни поступаються США. Також до тенденцій розвитку міжнародного

інжинірингу можна віднести те, що серед експортерів інжинірингових послуг переважають саме невеликі компанії, а самі послуги мають національний або регіональний характер [4].

Європа володіє достатньо розвинутою інженерно-консультаційною службою. У регіоні існують усі категорії фірм, що надають послуги інжинірингу. Основними напрямками експорту інжинірингових послуг з країн ЄС є самі країни ЄС, США, Швейцарія, Японія, тобто саме високорозвинені країни. Невелика частка експорту припадає на Росію, Китай, Індію, Туреччину, Африку. Імпорт ЄС є майже аналогічним експорту. Для розвинених країн є поширене виконання робіт і надання послуг у формі комплексного інжинірингу, тобто повного обсягу послуг і поставок, необхідних для нового виробництва.

Ринок інжинірингу в Україні фактично перебуває лише на стадії становлення. Понад 80 % вітчизняних інжинірингових компаній займають частку ринку, що менша за 0,3 %. Цим невисоким показником є пояснення. По-перше, в Україні поки що недостатня затребуваність комплексних послуг інжинірингу. По-друге, відсутність досвіду викликає появу значної кількості помилок у реалізації проєктів. Також до сучасних проблем України належить дефіцит кваліфікованих кадрів, неякісне виконання робіт, застаріла нормативна база, недосконала система визначення вартості проєктних робіт, корупційні явища на стадії погодження та експертизи документації, низький рівень автоматизації проєктних робіт та багато інших [1].

Для забезпечення подальшого розвитку інженерно-консультаційної діяльності в Україні потрібно запровадити такі основні організаційно-економічні заходи: 1) створення інжинірингових центрів компетентності світового рівня, що дозволить зменшити залежність України від іноземних експертів; 2) проведення професійних форумів міжнародного рівня; 3) адаптування ноу-хау до специфічних умов України саме місцевими інжиніринговими компаніями; 4) формування системи професійної освіти з підготовки спеціалістів у сфері інжинірингу та забезпечення вільного доступу до професійної літератури; 5) регулювання нормативно-правової бази; 6) підвищення якості інжинірингових послуг шляхом залучення фахівців певних галузей науки та промисловості.

Пріоритетними компонентами мають стати: а) створення національної системи «цифрової» та STEM-освіти (орієнтована на природничо-науковий компонент навчання й інноваційні технології, активно

розвиває творчу складову особистості і критичне мислення); б) впровадження спеціальної підготовки кадрів для кіберфізичних виробництв та їх безперервного професійного розвитку; в) розробка нових підходів до набуття знань та навичок на робочих місцях, у тому числі з використанням методів цифрового навчання.

У світових аспектах розвитку інжинірингові послуги стають все більш поширеними, адже значно збільшують ефективність вкладеного капіталу. Досвід економічно розвинених країн свідчить, що однією із основних передумов економічного зростання та інноваційного розвитку економіки є саме розвиток ринку інжинірингу. Роль України у міжнародному інжинірингу на цьому етапі незначна, але позитивною тенденцією є розвиток на теренах нашої країни вітчизняних інжинірингових компаній, які мають конкурентні переваги.

Список використаних джерел

1. Ярошук А.О. Кон'юнктура світового ринку інженерно-технічних послуг та перспективи розвитку інжинірингових центрів в Україні // Управління економічними процесами у світовій та національній економіці: зб. тез наук. робіт. К.: Аналітичний центр «Нова Економіка», 2015. 144 с. URL: <http://ape.fmm.kpi.ua/article/viewFile/102775/97854>.
2. Постіл С. Д. CASE-технології. Міждисциплінарне інформаційне моделювання. Ірпінь: Університет ДФС України, 2018. 304 с.
3. Постіл С. Д. UML. Уніфікована мова моделювання інформаційних систем. Ірпінь: Університет ДФС України, 2019. 340 с.
4. Кондратюк А. А., Манаєнко І. М. Розвиток міжнародного інжинірингу: світові тенденції та вітчизняні реалії // Актуальні проблеми економіки та управління: збірник наукових праць молодих вчених. К.: НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського», 2017. 7 с. URL: <http://ape.fmm.kpi.ua/article/viewFile/102775/97854>.
5. Інноваційна Україна 2020: національна доповідь / за заг. ред. В. М. Гейця та ін. // К.: НАН України. 2015. 336 с. URL: <http://ief.org.ua/wp-content/uploads/2015/07/Інноваційна-Україна-2020++.pdf>.
6. Павленко А. Ф., Антонюк Л. Л., Василькова Н. В. Дослідницькі університети: світовий досвід та перспективи розвитку в Україні: монографія, за заг. ред. А. Ф. Павленка, Л. Л. Антонюк // К.: КНЕУ, 2014. 350 с. URL: <http://ihe.kneu.edu.ua>.
7. Вишневецький В. П., Вієцька О. В., Гаркушенко О. М. Смарт-промисловість в епоху цифрової економіки: перспективи, напрями і механізми розвитку. К.: Ін-т ек. пром.-ті НАН України. 2018 (3). 192 с. URL: https://books.google.com/.../Смарт_промисловість_v.html?

8. Бажал Ю. М. Розвиток інноваційної діяльності у знаннєвому трикутнику «держава – університети – промисловість» // Економіка і прогнозування. 2015. № 1. с. 76-88. URL: [http://www.irbis-nbuv.gov.ua/.../ cgiirbis_64.exe?](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/.../cgiirbis_64.exe?).
9. Постіл С. Д., Козак Н. С. Інтегративність системного підходу в освітньому процесі // Фізико-математична освіта: науковий журнал. 2017. Випуск 1 (11). С. 84–88 (0.5). URL: <http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua>.
10. Постіл С. Д., Маліков С. Д. Холократичний менеджмент // Проблеми впровадження інформаційних технологій в економіці країн V-4: матеріали X Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, (Ірпінь, 16–17 травня 2019 р.). Ірпінь: Університет ДФС України, 2019. С. 27–30.
11. Левицький Ю. К., Цуркан Б. Ю. Сучасні методи управління якістю. Чернівці: ЧТЕІ, 2012. 4 с. URL: <http://nauka.kushnir.mk.ua/?p=57846>.
12. Нонака И., Такеучи Х. Компания – создатель знания. Зарождение и развитие инноваций в японских фирма; пер. с англ. А. Трактинского. М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2011. 384 с. URL: [http://www.ec-study.com/.../ b401510-nonaka-kompaniya-tvoretz](http://www.ec-study.com/.../b401510-nonaka-kompaniya-tvoretz).
13. Джефри К. Лайкер Философия Toyota. 14 принципов работы слаженной команды; пер. с англ. Н. Велевской. К.: Наш формат, 2017. 424 с. URL: <https://biz.censor.net.ua/m3030359>.
14. Постіл С. Д. Проектна педагогічна технологія на основі міждисциплінарного інформаційного моделювання // Фізико-математична освіта: науковий журнал. 2017. Випуск 4 (14). С. 261–266 (0.5). URL: <http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua>.
15. Рамазанов С. К., Велігура А. В., Івановська М. В. Інформаційна підтримка життєвого циклу технічних об'єктів залізничного транспорту // Вісник СУНУ ім. В. Даля, 2015. №1 (218) С. 194–199. URL: [http://irbis-nbuv.gov.ua/.../ cgiirbis_64.exe?](http://irbis-nbuv.gov.ua/.../cgiirbis_64.exe?).
16. Postil S. D. Numerical solution of retrospective heat-conduction problems / N. I. Nikitenko, S. D. Postil. Journal of Engineering Physics and Thermophysics, 1983. 45(5), Springer New York P. 1259–1263. [https://doi.org/10.1007/ BF01254729](https://doi.org/10.1007/BF01254729) ID Scopus 6505481800.
17. Постил С. Д. Теплообмен при затвердевании слитков и биметаллических отливок [Текст]: автореф. дисс. ... канд. техн. наук: 13.06.89 / С. Д. Постил. Институт технической теплофизики АН УССР. К., 1989. 20 с.
18. Никитенко Н. И. Сопряженные и обратные задачи тепломассо-переноса. К.: Наук. думка, 1988. 236 с.

1.3. Обґрунтування моделі управління знаннями підприємства

Управління знаннями поступово стає важливим фактором формування управлінського потенціалу сучасного підприємства. Ефективний менеджмент знань має бути одним із пріоритетних напрямів розвитку управлінського процесу на вітчизняних підприємствах, оскільки інтеграція нашої країни в європейський та світовий простір значно посилює конкурентну боротьбу та вимагає пошуку нових більш досконалих методів управління. Досвід високорозвинених країн показує, що їх підприємства приділяють значну увагу процесам генерації знань, їх оновлення та раціонального управління знаннями в процесі виробничої діяльності. В Україні вищезазначені процеси проходять занадто повільними темпами і, як наслідок, у процесі входження нашої країни в зону вільної торгівлі вітчизняні підприємства в багатьох випадках не витримують конкуренції із зарубіжними товаровиробниками, в тому числі через застарілість знань, яка відображається в неконкурентоспроможній продукції на ринку.

Проблема генерації та управління знаннями досліджувалася як зарубіжними, так і вітчизняними вченими. Серед західних науковців цього напрямку досліджень заслуговують на увагу роботи В. Буковіца, К. Вііга, Л. Едвінсона, Т. Коулопоулоса, Д. Моррісона, І. Нонаки, Р. Руглеса, П. Сенге, Д. Скирме, А. Слітовського, Д. Сноудена, Р. Уільямса, А. Фроста; російських науковців А. Гапоненко, А. Зотової, Т. Орлової, Л. Трофімової. Економічна складова управління знаннями та їх вплив на конкурентоспроможність суб'єктів господарювання знайшли відображення у дослідженнях українських науковців А. Босак, Ю. Вовк, А. Криштафовича, М. Мартиненко, А. Наливайка, О. Сороки, В. Томах, Л. Федулової та інших. Питання технічної складової управління знаннями висвітлено в роботах Л. Віткіна, Л. Хімичової. Проте питання, пов'язані з необхідністю розробки моделі управління знаннями, адаптованої до умов вітчизняних підприємств, є недостатньо дослідженими та потребують додаткової уваги з боку наукової спільноти.

Основне завдання цього підрозділу полягає в обґрунтуванні моделі системи управління знаннями та можливості її застосування в умовах функціонування вітчизняних підприємств.

Для ефективного управління знаннями на підприємстві їх необхідно класифікувати. В економіці існує такий загальний поділ знань: 1) явні (мають певну кодифікацію, наприклад у документах); 2) неявні (не є документованими, формуються здебільшого на власному досвіді в процесі роботи); 3) вбудовані знання (заблоковані в певних об'єктах чи процесах на стадії їх створення). Явні знання фактично формуються у процесі довготривалого використання та наукового підтвердження ефективності застосування неявних знань. Неявні знання розглядають як найбільш цінне джерело інформації для підприємства, яке здатне призвести до певного прогресу в процесі діяльності організації. Однак існує суттєва проблема управління неявними знаннями – це відсутність їх кодифікації та можливості поширення, наприклад у паперовому чи електронному вигляді. Неявні знання – це власний досвід, інтуїтивне прийняття рішень, яке кодифікується лише в мозку того суб'єкта, який його створив. Ефективне управління явними та неявними знаннями потребує різних методів менеджменту [1]. До методів управління явними знаннями відносять навчання, обмін інформацією, інформаційні технології та системи тощо. До неявних методів управління – систему наставництва, корпоративну культуру, створення спільнот професіоналів тощо. Відношення підприємств до явних та неявних знань є досить суперечливим. З одного боку, більшість підприємств намагаються перевести неявні знання в явні з метою незалежності від окремих працівників та продублювати свої здобутки. З іншого боку, підприємство не зацікавлене у переході надбаних конкурентних переваг у форму, зрозумілу конкурентам та готову для дублювання. Тому підприємства намагаються зберігати свої конкурентні переваги у формах, які важко дублюються, а саме: специфічні тренінги, корпоративна культура, спеціальні системи обслуговування клієнтів тощо.

Серед існуючих підходів щодо побудови моделі системи управління знаннями організації виділяють: системну школу, картографічну школу та процесну. Найбільш відомими є моделі: Ікуджіро Нонака, Гуннара Хедлунда, Майкла Ерла, Елліса Караяніса, Карла Віїга, Лейфа Едвінссона, Девіда Сноудена, Вана Бурена, Деспре і Шаувеля.

1. *Модель Ікуджіро Нонака* – чотирифазна модель *SEKI* (соціалізація, екстерналізація, комбінація, інтерналізація) [2]. Її елементи: 1) дві форми знання – неформалізовані (неявне) і формалізований (явне); 2) динаміка взаємодії – передача знань від фази до фази, від циклу до

циклу; 3) три рівні соціальної агрегації – індивід, група, контекст; 4) чотири фази створення знання (СЕКІ); 5) умови створення знання; 6) структура організації, орієнтована на знання.

2. *Модель Гуннара Хедлунда.* Основний атрибут моделі – аналіз двох наборів концепцій: тип неявного знання і тип явного знання (кожний тип має три форми знання: пізнавальне, навик, втілене), а також чотири рівні соціальної агрегації або чотири рівні носія (індивідууми, малі групи, організації, міжорганізаційна область). *Хедлунд* вводить рушійні сили перенесення знання і трансформації, які виражені процесами: 1) оформленням і інтерналізацією, взаємодією яких є рефлексія; 2) поширенням і засвоєнням, взаємодією яких є діалог; 3) асиміляцією і розсіюванням, які належать до вилучення знання з середовища і введення знання у середовище.

3. *Модель Майкла Ерла.* Як фахівець з інформатики, *Ерл* проводить відмінність між даними, інформацією і знанням. Знання він ділить на три категорії (три рівня): 1) прийняте (*accepted*) – «наука»; 2) здійсненне (*workable*) – «судження»; 3) потенційне (*potential*) – «досвід». Потенційне знання, на його думку, є найдорожчим і має найбільшу потенційну віддачу. «Наука» і частково «судження» – це основа конкуренції і передумови існування організації. Застосування «досвіду» може дати засновану на знанні конкурентну перевагу. *Ерл* припускає, що організація може створювати і захищати знання, використовуючи активи знання і чотири функції: 1) інвентаризація – картографування індивідуального і організаційного знання; 2) аудит – оцінка природи і величини запланованого незнання, розвиток знання через пізнавальні дії; 3) соціалізація – створення подій, які роблять можливим для людей обмін неявним знанням; 4) випробування – проблема невідомого незнання розглядається шляхом навчання на базі досвіду, дії і розгляду незвичайних ситуацій. Грунтуючись на цих положеннях, *Ерл* вибудовує модель управління знанням, що містить чотири компоненти: 1) система знання, 2) мережі, 3) працівники знання, 4) організації, що навчаються.

4. *Модель Елліса Караяніса.* Караяніс об'єднав в управління знаннями інформаційні технології з управлінським та організаційним пізнанням. В оформленому вигляді модель позначена як «Мережа організаційного знання (*Organizational Knowledge Network*)», або *OK-Net*. Ця модель побудована на трьох ключових елементах:

1) метапізнання, 2) метанавчання і 3) мета-знання. Будується матриця (2x2), що складається з послідовних циклів знання, в яких індивідум або організація долає 4 стадії розуміння і невідання: 1) незнання про незнання, 2) незнання про розуміння, 3) розуміння незнання, 4) розуміння. Позначається ситуація в одному з цих осередків (квадрантів). Дія спрямована на управління переходом з одного стану в інший. Переходи здійснюються двома шляхами: 1) здатністю до взаємодії; 2) узгодженістю дій. Взаємодія здійснюється за допомогою інформаційної технології ефективним способом. Правильно кероване, воно породжує не тільки спіральне знання або мудрість (метазнання), але також і знання методів навчання.

5. *Модель Карла Віїга*. Віїг – один із перших, хто почав займатися управлінням знанням. Його узагальнена схема ґрунтується на чотирьох положеннях, на яких повинна сфокусуватися ініціатива з управління знанням: 1) фундамент управління знанням складається з того, як створюється знання, як воно використовується при вирішенні проблем і прийнятті рішень, як воно проявляється пізнавально в технологіях і процедурах; 2) необхідні постійні дослідження знання; 3) необхідна оцінка знання для кожного бізнесу до початку, в процесі і після закінчення; 4) необхідне активне управління знанням на всьому життєвому циклі організації, на всіх стадіях життєвого циклу товару та інновацій.

6. *Модель Лейфа Едвінссона* – модель інтелектуального капіталу. Едвінссона цікавили питання управління інтелектуальним капіталом та оцінка активів знання. Центральною моделлю є схема організації активів фірми, чотири компоненти інтелектуального капіталу та їх взаємодія для створення вартості: 1) людський капітал, включаючи знання і навички, які можуть бути конвертовані в вартість; 2) структурний капітал як допоміжна інфраструктура фірми; 3) бізнес-активи визначаються як структурний капітал, який організація використовує для створення вартості в комерційному процесі (обробні потужності, мережі розподілу тощо); 4) інтелектуальна власність – інтелектуальні юридично захищені активи організації. Динамічний характер моделі полягає у створенні вартості за двома джерелами: 1) інновації; 2) продукти і послуги, що виникають у результаті комерціалізації інновацій.

7. *Модель Девіда Сноудена* – модель екології управління знанням. Сноуден розвиває орієнтовану на дію систему знань, що складається з чотирьох елементів: 1) явне і неявне знання; 2) активи знання; 3) віра; 4) визначеність і невизначеність рішень щодо цілей і причинних відносин. Складена матриця рішень, яка буде керувати процесом з чотирьох типів перехідних процесів: 1) обміном явним знанням через системи і структури; 2) обміном неявним знанням через психосоціальні механізми; 3) перетворенням неявного знання в явне; 4) вивільненням неявного знання через віру і її рушійні сили. Усе це веде до екології управління знанням організації.

8. *Модель Вана Бурена* – управління інтелектуальним капіталом. Модель розроблена робочою групою з ефективного управління знанням у рамках віртуальної організації, складеної з практиків управління знанням у різних областях. Модель включає два види характеристик: 1) які мають відношення до запасів інтелектуального капіталу, включаючи людський, інноваційний, процесний та клієнтський капітал; 2) які мають відношення до фінансового функціонування та ефективності бізнесу. Вводиться поняття *«критичних точок посилення потенціалу управління знанням»* і *«критичні процеси управління знанням»*, а також поняття *«запускають з пристроїв»*.

9. *Модель Деспре і Шаувеля* – таксономія управління знанням. Вони виділили чотири аспекти, що є у більшості досліджень: 1) час – у зв'язку з лінійним і спрощеним уявленням подання когнітивного процесу; 2) тип – по відношенню до неявного і явного знання; 3) рівень – належить до різних рівнів соціальної агрегації; 4) контекст – ніякий елемент знання не має сенсу поза даним контекстом. Класифіковані всі дії в галузі управління знаннями, що використовуються організаціями. Діють сім основних кластерів діяльності: 1) бізнес-інтелект; 2) бенчмаркінг; 3) побудова сховищ даних; 4) програмне забезпечення для групової роботи; 5) спільноти практики; 6) інновація і синергії, творчість; 7) навчання, компетенції, розвиток службовців.

Дослідивши існуючі моделі управління знаннями, розглянемо точки дотику двох сучасних складових управління організаційними системами: управління бізнес-процесами та управління знаннями. Структурований графічний опис мережі бізнес-процесів організації і операцій, пов'язаних з даними, документами, організаційними одиницями та іншими об'єктами, що відображає діяльність підприємства, утворює бізнес-модель процесів підприємства [4].

Вважаємо, що модель процесів є своєрідним знанням. Доказом цього є той факт, що модель складається під тиском практичного досвіду. Навіть якщо підприємство приймає певну шаблонну модель бізнес-процесів, то її структура починає змінюватися, набуваючи певного унікального виду. Процеси об'єднуються потоками об'єктів і даних, знання про які визначають інформаційну базу і слугують основою для формування бази знань. Отже, модель процесів без знань всередині процесу не несе належної значущості.

Погоджуючись з думкою К. Вііга [5], що система управління знаннями – це триєдиний процес, що включає людей, процеси і технології, а управління знаннями реалізується у двох напрямках: підвищення ефективності роботи персоналу за рахунок більш якісного використання їх інтелекту та досвіду (знань); примноження знань через процес створення нового знання і навчання персоналу, можна запропонувати модель управління знаннями підприємства, яка враховує сучасну специфіку функціонування вітчизняних підприємств, яка наведена на рис.1.4.

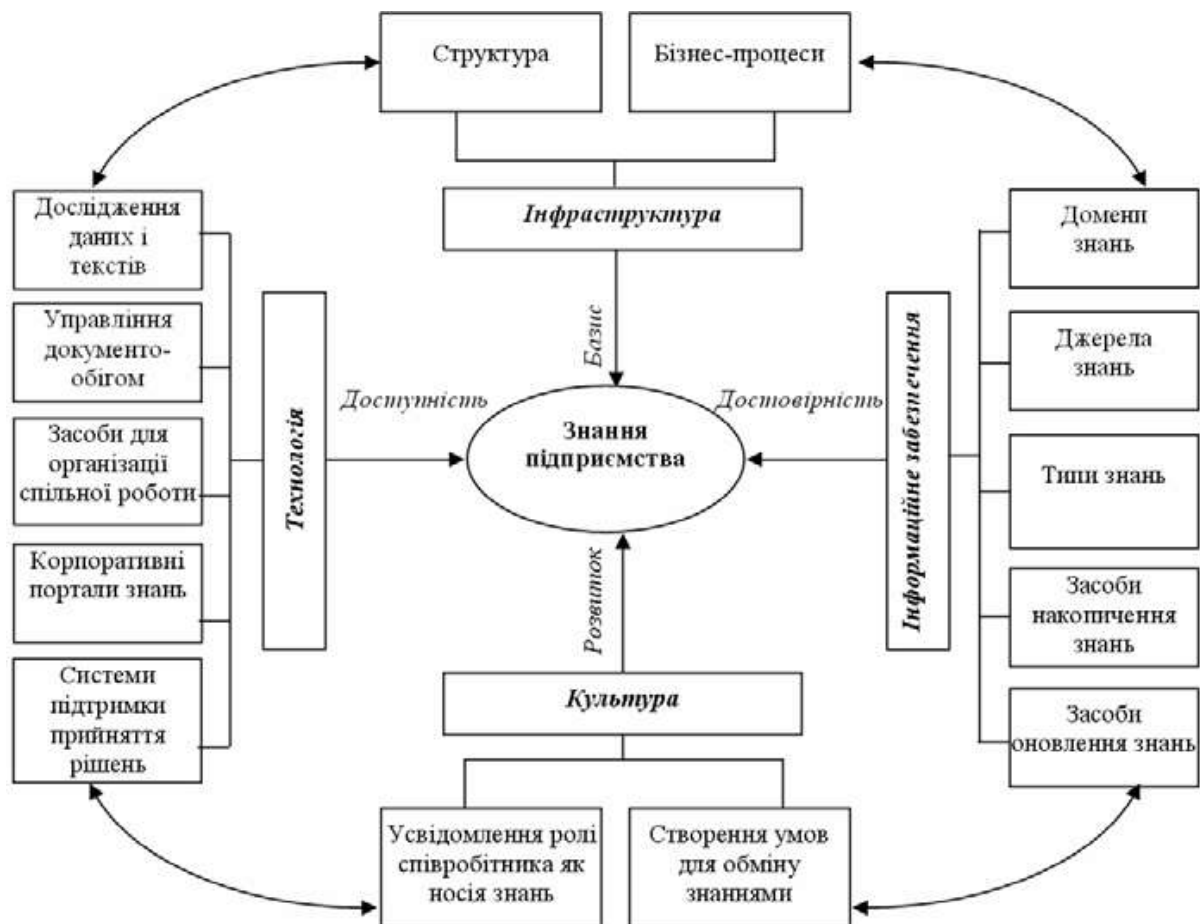


Рис.1.4. Модель управління знаннями підприємства

Отже, основна мета управління знаннями – створення нових, більш потужних конкурентних переваг. Управління знаннями підприємства має бути процесом, який забезпечує синергетичну взаємодію обробки інформації та даних за допомогою сучасних інформаційних технологій, а також інноваційну активність працівників. Система управління знаннями повинна ґрунтуватися на єдиному інтегруючому підході до використання нових управлінських, маркетингових та інформаційних технологій, інноваційної активності та творчості людей.

Список використаних джерел

1. Мир управления проектами: основы, методы, организация, применение / под. ред. Х. Решке, Х. Шелле. Москва: Издательство «Аланс». 2014. 303 с.
2. Вовк Ю. Я. Процес управління знаннями підприємства та його особливості // Науковий вісник НЛТУ України. 2013. Вип.23 (17). С. 343–352.
3. Нонака И., Такеучи Х. Компания – создатель знания. Зарождение и развитие инноваций в японских фирмах; пер. с англ. Москва: ЗАО «Олимп-Бизнес». 2003. 384 с.
4. Антоненко В. М., Мамченко С. Д., Рогушина Ю. В. Сучасні інформаційні технології: управління знаннями: навч. посіб. Ірпінь: Національний університет ДПС України. 2016. 212 с.
5. K. Wiig, Knowledge Management Foundation, Arlington, USA: Schema Press, Ltd. 1993.

1.4. Blockchain як перспективна технологія в економіці

Технологія Blockchain з'явилась недавно і на сьогодні набула значної популярності. Вона має значний потенціал використання у різних сферах діяльності. Найбільш перспективною сферою для неї є інтернет речей та кіберфізичні системи.

«Блокчейн» є технологією зберігання й обробки інформації, яка може змінити наш світ не менше, ніж це зробив інтернет. Вона заслуговує на досить велику увагу і доскональне її вивчення, оскільки ця технологія може зробити вагомий внесок у розвиток сучасного бізнесу та полегшити життя суспільства. На даний час можна вважати, що суспільство знаходиться на порозі блокчейн-революції, яка почалася з появою альтернативної валюти – *біткоїна*.

Технологія блокчейну є новою інформаційною технологією, яка набуває розвитку та використання у багатьох галузях. Вона є універсальною базою даних, в якій можна зберігати і враховувати найрізноманітніші відомості, наприклад, такі як біржові операції, банківські платежі, реєстр прав власності та нерухомість або цінні папери [1, с.5]. Дослідження *блокчейну* як перспективної технології у прикладних задачах моделювання і дослідження економічних процесів є досить важливим напрямом. Адже економіка поступово перетворюється у цифрову економіку.

Блокчейн дає можливість усунути проблеми різних шахрайських схем, дозволяє проконтролювати достовірність документів, що є однією зі сфер боротьби з шахрайством. Нові технології можуть бути незамінними там, де виникають сумніви в результатах угоди чи недовіра між її учасниками. Також ця технологія дає можливість підвищити ефективність роботи державних і муніципальних органів влади. Завдяки їй можна зменшити вплив чиновників на розподіл фінансових ресурсів і підвищити ефективність їх використання.

Блокчейн працює таким чином: усі транзакції за допомогою складних математичних алгоритмів об'єднуються в «блоки», які потім зв'язуються криптографічно і хронічно в «ланцюг» та мають певний геш, тобто цифровий пароль попереднього блоку. Транзакція при цьому здійснюється лише тоді, коли вважається підтвердженою [2, с.2].

Одним із найвідоміших прикладів використання цієї технології можна вважати криптовалюту – *Bitcoin* [3, с.2]. Вона перетворилась у визнаний платіжний засіб – віртуальну валюту. Її приймають як дрібні, так і великі підприємства, також корпорації і сервіси.

Можна виділити такі основні переваги використання *технології блокчейн*:

1) *захищеність*. Для учасників створення та модифікації блоку, а також усіх зацікавлених сторін дає очевидні переваги незворотність створеного ланцюга та можливість перевірки;

2) *анонімність*. У мережі блокчейн майже неможливо відстежити фізичних осіб, які стоять за цією діяльністю;

3) *усунення посередника*. Блоки функціонують за таким принципом, який дозволяє перевіряти транзакції без втручання людини, тобто без посередника, який мінімізує ризик помилок;

4) *відсутність центрального контролю*;

5) *зменшення витрат*. Інвестиційні банки можуть вдосконалити діяльність свого *back-office*, одночасно зменшуючи витрати.

Проект *R3 CEV* передбачає впровадження взаємопов'язаних блокчейн для зміни існуючих систем реєстрацій даних. У рамках цього проекту об'єднались сорок п'ять банків. Також міжбанківські біржі управляються платформою *Swift* або кліринговими установами (наприклад *Clearstream*);

6) *інформацію в базі даних неможна змінити або фальсифікувати*. Оскільки інформація міститься у блоках, кожний з яких вибудовується на основі попереднього, то даний факт виходить із самої технології. Унеможливорює підміну, бо кожна дія фіксується і призводить до змін у супутніх блоках;

7) *гарантія достовірності даних*. У блокчейні інформація є перевіреною. Це забезпечено технічною основою.

Отже, технологія блокчейн реалізує нову концепцію з високим потенціалом. Вона забезпечує безпеку даних та діє автоматизовано, усуваючи проблеми з посередниками і тим самим знижується ризик людської помилки. Впровадження цієї технології дозволить створити новий обчислювальний сегмент, де економічні дані будуть безпечно оброблені та проаналізовані, а потім успішно використані у моделях дослідження економічних процесів та систем.

Список використаних джерел

1. Ріппа С.П. Блокчейн як методологія економіко-інформаційної безпеки криптовалют. URL: http://ir.nusta.edu.ua/jspui/bitstream/doc/1168/1/1086_IR.pdf
2. Літошенко Л.В. Технологія blockchain: переваги та неочевидні можливості використання у різних галузях. URL: http://www.economy.in.ua/pdf/8_2017/20.pdf
3. Яцків Н.Г., Яцків С.В. Перспективи використання технології блокчейн у мережі інтернет речей. URL: http://nltu.edu.ua/nv/Archive/2016/26_8/59.pdf

РОЗДІЛ 2

ІНФОРМАТИЗАЦІЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОНОМІКИ В УМОВАХ ВИКОРИСТАННЯ БАЗ ЗНАНЬ

2.1. Бази знань семантичного інтернету

Модель семантичної павутини можна представити як сумісний розвиток двох напрямів, перший з яких охоплює мови представлення даних. На сьогодні основними такими мовами є *XML (eXtensible Markup Language)* і засоби опису ресурсів *RDF (Resource Description Framework)*, що мають статус рекомендацій *W3C*, та мова онтологій *OWL*, яка дозволяє визначити поняття і відношення між ними. Другий концептуальний напрям несе в собі теоретичне уявлення про моделі предметних областей. Такі моделі предметних областей в термінології *семантичного вебу* називаються *онтологіями*. В лютому 2004 року консорціум *W3C* затвердив і опублікував специфікацію мови мережних онтологій *OWL (Web Ontology Language)*.

Отже, в семантичному вебі використовують три ключові мови і відповідні технології:

- специфікація *XML*, що дозволяє визначити синтаксис і структуру документів (так звані таксономії);
- засіб опису ресурсів *RDF*, що забезпечує модель кодування базових понять для опису знань, визначених в онтології;
- мова онтологій *OWL*, що дозволяє розширено визначити поняття знань, відношення між ними, методи їх опрацювання.

Онтології як засіб представлення знань. Мова онтологій *OWL* призначена для опису класів і відношень між ними, які властиві мережним документам (даним) і застосуванням (програмам).

OWL забезпечує більш повну автоматичну обробку мережного контенту, ніж ту, яку підтримують мови *XML* і *RDF*, надаючи разом з формальною семантикою додаткову розширену семантичну підтримку. При цьому самі онтології утворюють систему, що складається з наборів понять і тверджень, на основі яких можна будувати класи, об'єкти і відношення. Окрема онтологія визначає семантику конкретної предметної області й сприяє встановленню зв'язку між значеннями її елементів.

Онтології отримали досить широке розповсюдження в задачах представлення знань, інженерії знань, семантичної інтеграції інформаційних ресурсів, інформаційного пошуку тощо. В сфері штучного інтелекту онтологія визначається як *«специфікація концептуалізації предметної області»*, або документ, що формально задає відношення між термінами. Це свого роду словник понять предметної області і сукупності явним чином виражених припущень щодо значення цих понять і відношень між ними.

Розробка мови опису структурованих онтологій *OWL* стала однією з найважливіших робіт щодо семантичного вебу, що проводяться консорціумом *W3C*. Для реалізації цієї мети у складі *W3C* була створена спеціальна робоча група – *Web Ontology Working Group*. У лютому 2004 року вебконсорціум офіційно надав мові *OWL* статус рекомендованої до реалізації технології.

OWL онтологія – це сукупність тверджень, які задають відношення між поняттями і визначають логічні правила для міркувань про них. Комп'ютери можуть «розуміти» значення даних на вебсторінках, коли проходять послідовно по гіперпосиланнях до онтологічних ресурсів.

Онтологія може включати описи класів, властивостей та їх екземпляри. Формальна семантика *OWL* описує, як отримати логічні висновки на основі онтологій, тобто отримати факти, які не представлені буквально, а виходять із семантики онтології. Ці висновки можуть ґрунтуватися на аналізі одного документа або множини документів, розподілених у мережі.

Для створення онтології, яка може однозначно інтерпретуватися і використовуватися програмними агентами, використовується синтаксис та формальна семантика *OWL*.

Одна з проблем, що супроводжує створення та використання онтологій, полягає у тому, щоб змістовно поєднати єдиний смисловий простір. Ситуація аналогічна системам програмування на базі мов високого рівня. Мова дійсно дає універсальний засіб, проте надзвичайно важко досягти сумісності бібліотек, які спроектовані різними виробниками. Досвід показує, що потрібні стандартні бібліотеки.

Сучасна теорія не дає надійного способу поєднання даних, визначених різними онтологіями. Тому основним підходом до вирішення цієї проблеми є наявність єдиної базової онтології щодо загального

поля не специфікованої інформації та її розширень. Таку *онтологію* природно назвати «моделлю світу», підкреслюючи її фундаментальну роль щодо моделей предметних областей.

Засобам представлення знань у семантичному вебі властиві універсальні виразні можливості, синтаксична і семантична інтероперабельність. Мови семантичного вебу дозволяють представляти будь-який вид даних, створювати численні синтаксичні аналізатори та інтерфейси прикладних програм, які дозволяють маніпулювати даними. Семантична інтероперабельність реалізується, наприклад, в онтологіях шляхом встановлення відповідності між термінами, що використовуються.

Характеристика технологій семантичного вебу

За останні 10–15 років сформувалася досить цілісна концепція створення і розвитку баз знань в інтернеті на основі застосування *XML*-мовних інструментів. Основними аргументами на користь мови розширюваної розмітки були необхідність створення і впровадження нових технологій переформатування інтернет-контенту, особливо в семантичному напрямі, та численні недоліки стандартних гіпертекстових систем підтримки вебдодатків, які найчастіше пов'язані з так званою семантичною «байдужістю» лінгвістичних засобів традиційних *HTML*-технологій та низкою якістю пошукових процедур в інтернеті.

Фактично, виник величезний розрив між обсягом інтернет-ресурсів, динамікою їх зростання та можливостями ефективного пошуку в глобальній мережі релевантної інформації по запитах користувачів. Суперечність між формою та змістом мережного контенту призвела також до суттєвих диспропорцій наповнення інтернету корисною і достовірною інформацією, питома вага якої, особливо сьогодні, зменшується прискореними темпами. Усвідомлення того, що переважна частина інформаційних ресурсів безповоротно засмічена або представлена дубльованою, суперечливою та недостовірною інформацією, вимагає активізації зусиль *IT*-фахівців у напрямі вдосконалення змістовної частини інтернету, покращання якості і цілісності його інформаційного наповнення.

Кардинальним напрямом у процесах створення нового інтернету, а точніше трансформації його інфраструктури в бік підвищення змістовності та повноти використання інформаційних ресурсів є формування відповідного інтернет-сегменту семантичного вебу, який

дозволяє підняти на принципово новий рівень можливості оперування в інтернеті базами знань. Перехід від надвеликих баз даних несумісної структури, різноманітних форматів та функціонально обмежених програмних засобів у мережі до знання-орієнтованих концепцій сучасного інформаційного суспільства базується переважно на використанні *XML*-стандартів щодо форматування і архітектури інтернету. Такий підхід можна охарактеризувати двома принциповими особливостями:

- по-перше, це багаторівнева архітектура семантичного вебу, яка складається із різноманітних інструментів та технологій універсально-мовних засобів, таких як таксономія даних, *RDF*-базис розподілених інформаційних ресурсів інтернету, *XSLT*-шаблони опису трансформаційних схем баз знань, а також рівень довірчих компонентів мережі для виконання доведення і доказів у межах баз знань, який представлений мультиагентними, вебсервісними компонентами, а також іншими проєктами онтологічних систем, охарактеризованими нижче;

- по-друге, верхній рівень семантичного вебу, який формує довірчий його сегмент, ґрунтується на онтологічних концепціях і системах, забезпечує функції оперування мета-знаннями, координацію та управління взаємодією між складовими семантичного вебу, а також адміністрування на міжсистемному рівні інформаційних ресурсів баз знань у загальному середовищі інтернету.

Перші роки розвитку і поширення ідеології семантичного вебу відобразились в історії інтернету низкою проєктів і програмних досліджень, більшість з яких тривають і активно поширюються і нині (стандарт *XML* – офіційно з 1994 р., з 2000 року по теперішній час – початок реалізації і розвитку проєктів і версій *DAML+OIL*, *XBRL*, *RDF*, *OWL*, *SPARQL*, *SHOE*, *Protégé*, *Jena*, *DC*, *RSS*, *OPEN LINK Data Explorer* тощо [11, 13–15]). Оцінка результатів зазначених проєктів відкриває широкі перспективи усвідомлення *семантичного вебу* як розширення існуючого інтернету через наповнення його новою семантично-орієнтованою інформацією, що дозволяє користувачам і комп'ютерним системам успішно взаємодіяти між собою. Характерним для цього підходу є те, що новий змістовний рівень взаємодії розуміється у широкому сенсі, тобто враховуючи можливість спільного функціонування пристосованих під семантичний веб мультиагентних

і вебсервісних систем в автономному режимі, у тому числі й без прямої участі користувачів. До найпоширеніших сценаріїв майбутнього використання семантичного вебу можна віднести технології семантичного пошуку, об'єднання знань (інтеграції баз даних), всепроникаючих обчислень, хмарних обчислювальних технологій (*Cloud Computing*) тощо.

Дослідження сфери онтологічних систем у теорії знання-орієнтованих наук, як і будь-яка інноваційна сфера, характеризується множиною проблем і невирішених завдань. Одним із них є необхідність концептуалізації метаонтологій або метазнань у цільовій предметній області. І, дійсно, більшість проєктів у сфері онтологій після декларування принципів семантичного вебу і побудови його окремих, умовних фрагментів продовжуються вже традиційними засобами гіпертекстових систем і технологій програмування.

Іншою невирішеною проблемою можна вважати суперечність у сфері правового регулювання ліцензійних питань створення і підтримки інформаційних і програмних систем. Тут йдеться про конкурентну боротьбу так званих «відкритих і закритих систем». Загальнови-знано, що комерційні ліцензії на одноразову покупку програмного забезпечення є достатньо сильним стримуючим чинником прогресу інформаційних технологій. Цю ситуацію можна усвідомити на прикладі, коли кожного разу усім, хто хоче їздити на велосипеді, необхідно самому ще раз винаходити його і власноруч збирати та випробовувати. Для наукового співтовариства та більшості програмістів очевидні переваги відкритих систем, які удосконалюються і розвиваються загальними зусиллями в середовищі глобального інформаційного суспільства. Сьогодні вже зрозуміло, причому й не тільки інтуїтивно, але також за результатами розвитку знання-орієнтованих наук, що різні методи регулювання ліцензійних аспектів застосування інформаційних систем, зокрема в сфері баз знань, можуть значною мірою при скорювати (для відкритих систем) або уповільнювати розвиток цілих наукових напрямів (для комерційного програмного забезпечення).

Перелік методологічних проблем і невирішених завдань в області онтологій можна продовжити. Наприклад, відсутність прийнят-ного теоретичного обґрунтування інструментальної реалізації онтологічних систем, оскільки більшість проєктів у цій сфері підтримуються традиційними технологіями програмування і вебтехнологій. Подібні

проблеми характеризують теоретичні аспекти створення інтелектуальних мультіагентних і вебсервісних систем, орієнтованих на семантичний інтернет. Отже, узагальнення більшості названих проблемних питань дозволяє виділити основну сутність, яка об'єднує різноманітні онтології в області семантичного вебу, яка за сутністю матеріалізується у понятті бази знань, яка через розповсюдження універсальномовних концепцій в інтернеті та трансформацію їх в семантичний веб набуває універсальних виразних можливостей і матеріалізується в онтологічній концепції створення і поширення баз знань.

Проект семантичного вебу з впевненістю можна вважати практичним втіленням мережевої парадигми штучного інтелекту в інтернеті. Значення інтернет-співтовариства в дослідженнях фундаментальних проблем штучного інтелекту (далі – ШІ) переоцінити важко, оскільки складність і комплексність широкомасштабних наукових робіт вимагає такої ж широкомасштабної координації, яка проводиться консорціумом W3C і була розпочата у свій час Т. Бернерсом-Лі з офіційного обґрунтування ідеології семантичного вебу [20].

Необхідно зазначити, що незважаючи на складні часи для української науки все ж такі сьогодні розвиваються вітчизняні традиційні і створюються нові наукові школи знання-орієнтованих комп'ютерних наук. Всупереч мінімальному фінансуванню і пасивності держави щодо підтримки дослідницьких програм інтелектуальних напрямів наукові центри Києва, Харкова, Донецька та інших шкіл за останні 10–15 років здійснили ряд серйозних теоретичних і прикладних досліджень у цієї сфері. Особливо бурхливий розвиток отримали наукові школи формальних комп'ютерних онтологій і прикладних інтелектуальних наук, здобутки яких кожні два роки оприлюднюються на конференціях з питань штучного інтелекту, що проводяться спільними зусиллями вчених України, Росії і Білорусі [11].

Узагальнення основних концепцій онтологічного підходу дає можливість усвідомити його роль і складові елементи в межах загальних теорій штучного інтелекту і баз знань. Зосередження уваги на ролі онтології в процесі розвитку теорії штучного інтелекту та її інструментів не є випадковим, оскільки саме онтологія за визначенням є одночасно методологією та технологічними засобами опису і освоєння сутності і природи буття у різних предметних областях, зокрема й

в галузі теорії баз знань. Поняття онтології в інформатиці характеризує спробу всеосяжної і детальної формалізації комп'ютерної області знань за допомогою прозорої логічної концептуальної схеми.

У галузі штучного інтелекту онтологія визначається як концептуальна форма представлення знань про реальний світ або його фрагменти, що й зафіксоване в комп'ютерній енциклопедії. Природно, що однозначно формального і єдиного правильного визначення онтології важко знайти, оскільки ця наукова галузь сьогодні досить інтенсивно формується силами багатьох вчених-інформатиків зі всього світу і кожен з них має свою суб'єктивну думку і погляди на інтелектуально-орієнтовані методи інформатизації. Як результат, можна зібрати цілий ряд визначень онтологій, які частково перетинаються і багато в чому відрізняються між собою, переважно орієнтуючись на окремі сторони і специфічні властивості інтелектуальних інформаційних інструментів. При цьому основним, на нашу думку, в онтологічному підході є те, що об'єднує більшість розділів теорії штучного інтелекту і цим загальним є поняття бази знань.

Іншими словами, онтології дозволяють формалізувати і компактно представити накопичені знання, одночасно визначаючи та інтегруючи термінологію різних предметних областей, вони дозволяють сформувати єдину наукову картину світу як результат комплексних трансдисциплінарних досліджень з використанням різноманітних лінгвістичних засобів. Більше того, в деяких публікаціях [9, 16] онтології, що розглядаються в структурі семантичного вебу, безпосередньо ототожнюються з універсальними базами знань і висловлюються за допомогою універсальних мов (*XML*- і *XML*-похідних (або подібних) мов, таких як *XBRL*, *MathML*, *PMML* тощо). При такому підході бази знань уявляються як описи понятійного апарату певних предметних областей, які дозволяють послідовні трансформації представлень знань у формах, орієнтованих на сприйняття і використання мультіагентними або вебсервісними інтелектуальними інформаційними системами (або програмними агентами).

Отже, архітектуру онтології в узагальненому вигляді можна уявити на основі трьох складових – універсально-мовному базисі (*XML*-стандарти), методології і моделі опису глобальних інформаційних ресурсів (*RDF*-мови) і, власне, мові опису онтологій (*OWL*). Модель бази знань у вигляді онтологій демонструє у взаємозв'язку її

архітектуру, структурні елементи, їх місце та динаміку просування в інтернеті. Графічно показано, що семантичний веб є органічною частиною традиційного інтернету, в якому через трансформацію відбувається його розширення в сегменті онтологій та XML-орієнтованих систем.

У свою чергу, онтологічна складова відображається узагальнено на основі трирівневої моделі баз знань у вигляді XML-, RDF- і OWL-компонент, які і є застосуваннями III в різних предметних областях. На рис. 2.1 зображені також різноманітні поєднання і сполучення складових семантичного і традиційного вебу, оскільки процес трансформації і наповнення онтологій за своєю суттю є еволюційним і охоплює не тільки веб, але й інші сегменти інтернету. Як приклади, у цьому контексті можуть розглядатися поява в групах новин RSS-систем або застосування блог-сфери і соціальних мереж, які також використовують у своїй основі XML-базис.

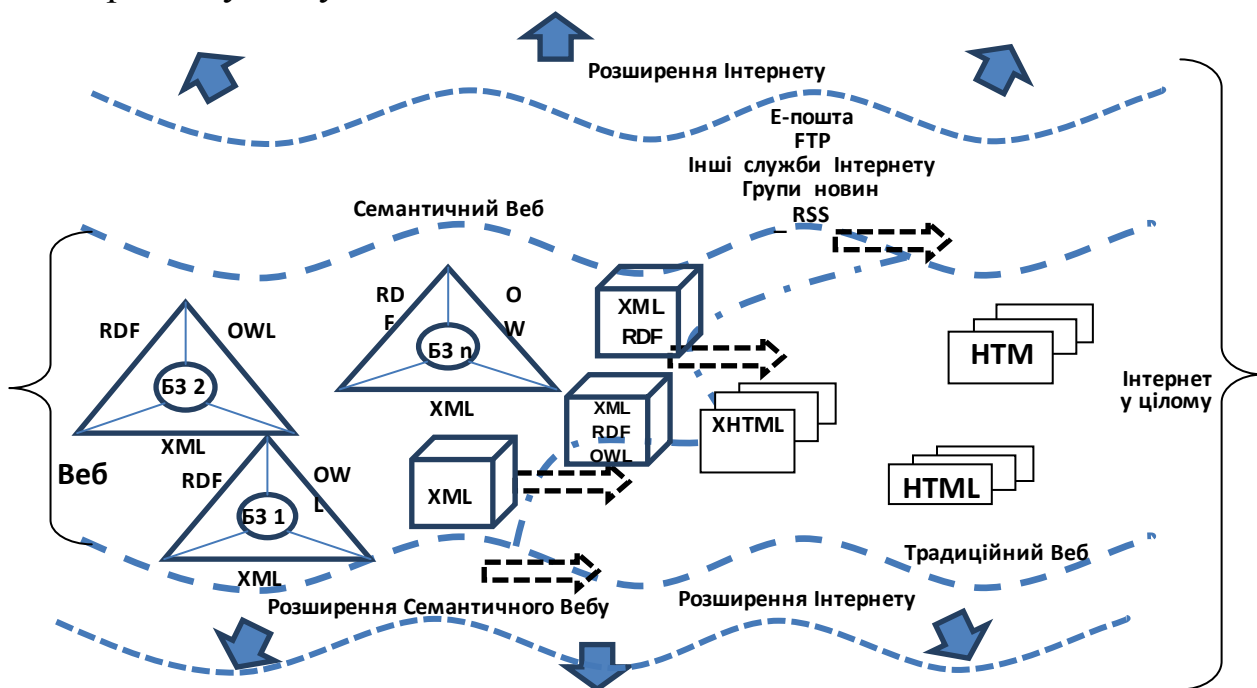


Рис.2.1. Узагальнене представлення архітектури і складових семантичного вебу

Необхідно зазначити, що реалізація онтологічних проєктів здійснюється у багатьох дослідницьких установах і вузах України. У даному контексті можна назвати як науково-дослідні, так і освітньо-наукові проєкти, які, незважаючи на відмінність використовуваних інструментів БЗ, втілюють ідею інтеграції науково-освітніх пріоритетів при створенні сучасного інформаційного суспільства. Так, в ІК

НАНУ (Київ) упродовж кількох останніх років у межах академічної тематики розвивається напрям знання-орієнтованих систем на основі онтолого-керованих інформаційних технологій з реконфігурованою архітектурою, методів онтологічного аналізу природно-мовних текстів з метою екстракції із них знань, а також прикладних аспектів онтологій, зокрема для створення електронних навчальних курсів, мета-онтологій і систем інтеграції знань у трансдисциплінарних областях науки тощо [8–11, 17].

Ще один проєкт у галузі дослідження вебонтологій як засобів обміну даними і підтримки рішень у галузі економічного співробітництва між Україною і США фінансувався NSF і виконувався упродовж 2004–2007 рр. науково-дослідним інститутом інтелектуальних комп'ютерних систем (НДІ ІКС, Тернопіль) Тернопільського національного економічного університету (ТНЕУ) спільно з New Jersey Institute of Technology (USA) [20].

Наступних два проєкти, які є актуальними щодо тематики БЗ, здійснюються сьогодні спільними зусиллями вищезгаданого НДІ ІКС і кафедри економічної кібернетики (ЕК) Університету ДФС України (УДФСУ): перший – розробка методології трансферу знань у сфері «Комп'ютингу» (комп'ютерні науки, комп'ютерна інженерія, програмна інженерія, інформаційні системи і технології, у тому числі й в економіці) з метою сприяння мобільності студентів і впровадження дистанційного навчання в межах міжнародних освітніх стандартів [20] і другий – дослідження проблематики електронного податкового аудиту та можливостей впровадження електронних декларацій [11, 12, 19].

Актуальність першого проєкту підкреслює той факт, що однією із ключових проблем для входження України у відкрите Американське і Європейське освітнє середовище є перехід українських університетів на модульно-рейтингову систему залікових кредитів, яка здатна забезпечити прийнятний спосіб вимірювання і зіставлення результатів навчання у процесах трансферу знань для студентів і вчених при переході і взаємодії між різними національними університетами, вузами, лабораторіями або проєктами чи програмами. Кредитна система *ECTS* (*European Credit Transfer System*) дозволяє проводити структурування навчальних планів університетів різних країн Європи з метою забезпечення їх сумісності, проте, якщо порівняння дисциплін

навчальних планів з різними одиницями вимірювання навантаження можна достатньо легко здійснити за допомогою попереднього перекладу і перерахунку годин в систему *ECTS*, то проведення якісного оцінювання результатів навчального процесу є достатньо трудомістким процесом внаслідок наявності проблеми формалізації даної предметної області. Аналіз показує, що одним із найбільш ефективних шляхів вирішення вказаної проблеми є застосування онтологій, активізація дослідження яких стрімко зростає останніми роками.

В процесі реалізації вказаного проєкту запропонований підхід, який базується на порівняльному аналізі змісту університетських навчальних планів і програм з комп'ютерингу, в яких онтології використовуються як інструменти формалізованого опису змісту навчальних дисциплін і програм. При цьому основна увага приділяється не формальному перерахунку кредитів з навчальних планів з різними одиницями навантаження (як наприклад *ECTS*), а визначенню кількісної оцінки порівняння дисциплін на основі аналізу їх змістовності. Відомо, що предметна область (область знань) комп'ютерингу може бути розподілена ієрархічно на підмножини розділів знань (окремих блоків знань – дисциплін), які, у свою чергу, також поділяються на тематичні модулі (дисципліни), причому кожний модуль включає в себе відповідний набір підрозділів дисциплін (тем). У даному контексті для процесу розробки онтології ключовими стадіями є концептуалізація і формалізація. На етапі концептуалізації онтології проводиться змістовний аналіз блоків знань і визначення основних понять, їх взаємозв'язку і властивостей (для навчальних планів, дисциплін, видів звітності, навчального навантаження, етапів навчання, блоків дисциплін, структури і характеристик навчальних планів).

На етапі формування онтології виконується формалізований опис основних понять і визначаються способи інтерпретації знань. При цьому для характеристики декларативних знань доцільно використовувати семантичні мережі і фрейми, а для представлення процедурних знань – операційні і формально-логічні моделі з використанням методів концептуалізації освітніх знань і залученням апарату універсальних мов і таксономій. Таким чином, у згаданому проєкті онтологія відображає семантику області знань, а безпосередньо семантичні мережі забезпечують представлення знань у вигляді орієнтованого графа, вершини якого містять основні поняття з відповідних

дисциплін, а дуги ілюструють взаємозв'язки між ними. Крім того, передбачена розробка інтегральної онтології представлення знань з навчальних планів, кінцевим етапом якої є опис методології трансферу знань для цільової предметної області вищезгаданого комп'ютингу.

В охарактеризованому проєкті онтологічний підхід реалізований на базі системи дистанційного навчання [11, 12], яка підтримується спільно УДФСУ і ТНЕУ. Очікується, що результати дослідження матимуть значення для сфери комп'ютингу в системі вищої освіти як України, так й США та Європи, тому що вони надають формальний інструмент зіставлення змісту навчальних планів і програм і, таким чином, забезпечують можливість трансферу знань у даній сфері замість механічного перезаліку кредитів, як це здійснювалося раніше. Зазначений підхід дозволяє інтенсифікувати роботи щодо узгодження освітніх стандартів України, США і Європи та на основі семантичного перезаліку кредитів додати більш осмислений характер мобільності студентів і науковців у розумінні процесів трансферу знань.

У другому проєкті, який виконувався на кафедрі ЕК УДФСУ, зусилля розробників були зосереджені на створенні інструментальних засобів підтримки через інтернет систем електронної податкової звітності і аудиту на основі онтологій. Починаючи з 2004 року, в системі податкової служби України запроваджується *XML*-орієнтована звітність податкових декларацій і реєстрів ПДВ, використовуючи яку як первинну таксономію предметної області «Електронна податкова звітність і аудит» стає можливим опис інформаційних ресурсів адміністрування податків та методики їх аудиту в інтернет-середовищі (з використанням *RDF*-словників).

База знань перших двох рівнів (*XML*- і *RDF*-описи) використовується для формування інструментальних засобів формалізації і підтримки онтології «Електронного податкового аудиту» в системі органів державної податкової служби, використання яких забезпечує розрахунок і експрес-аналіз показників податкового навантаження, зведеної фінансової звітності тощо. Програмна підтримка онтології для оцінки податкового навантаження здійснюється сукупністю мультіагентних модулів із застосуванням *Java*-скриптингу при виконанні *XSLT*-перетворень. Особливістю проєкту, що реалізований, є орієнтація онтології на проєктування усієї системи в інтегрованому середовищі семантичної платформи публікацій (на базі блог-системи *Word Press*

(сайти – <http://moodle.fitm.nusta.edu.ua> і <http://fitm.nusta.edu.ua> рис. 2.2) і системою дистанційного навчання (на базі *СДН* «Moodle»), яке (тобто середовище), з одного боку, сприяє впровадженню знання-базованих технологій реформування діяльності органів ДПС, а з іншого – включає модулі для платників податків з метою підтримки процесу їх навчання і адаптації до систем електронної звітності в межах функціонуючої системи адміністрування податків [12].

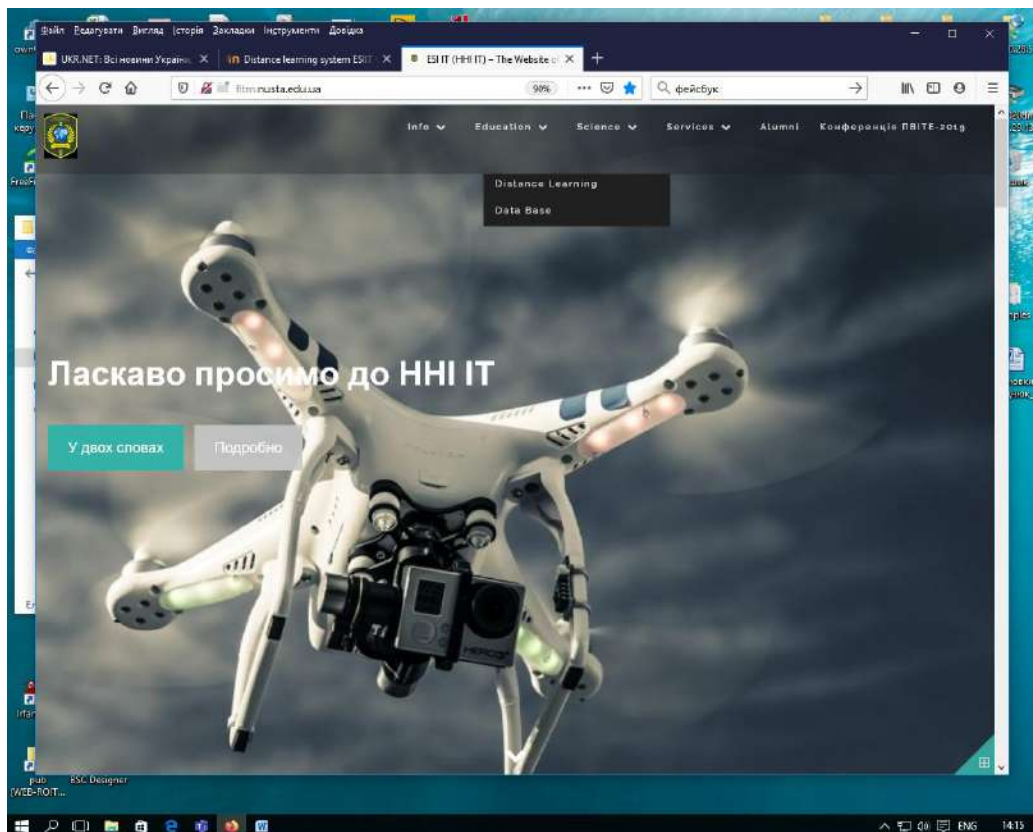


Рис. 2.2. Вебсайт навчально-наукового інституту ІТ УДФСУ як платформа НДР в семантичному вебі

Потрібно визнати, що дослідження феномену інтернету набуває сьогодні додаткового особливого змісту в контексті тематики інтелектуальних систем, при цьому найчастіше під ним розуміють лише складну інформаційно-комунікаційну систему, але такий підхід значно спрощує ситуацію із значенням всесвітньої мережі. У дійсності мережа пройшла два етапи своєї еволюції, які надали їй сьогоднішнього вигляду. Першим етапом, що почався у 70-ті роки, був власне інтернет як глобальна комп'ютерна комунікаційна система, що розпочалася з військового проєкту, вузли якої обмінювалися даними і не вимагали обробки в реальному часі (електронні листи і файли тощо).

На початку 90-х виник вебсегмент як всесвітня павутина мультимедійних ресурсів, яка за своєю суттю передбачає спрощення і популяризацію мережних технологій, що раніше були інструментом лише вчених і комп'ютерних топ-фахівців. Веб надав уніфікований спосіб доступу до різних типів даних, внаслідок чого основними інформаційними об'єктами замість файлових архівів стають вебсайти, онлайн-робота набуває простішого, наочного і цікавішого вигляду та змісту для користувачів, а власне мережа перетворюється із глобальної комп'ютерної в глобальну інформаційну. При цьому і веб, за суттю, без особливих змін доживши до сьогодні, не є останнім етапом: на черзі виникла наступна еволюційна сходинка, іменована «семантичним вебом» (семантичною павутиною, семантичним інтернетом, англ. *Semantic Web*), і лютий 2004 року може вважатися офіційним днем його народження, оскільки саме 10 лютого того року консорціум W3C оприлюднив офіційну версію мови онтологій (OWL).

Сама ідея *семантичної павутини* з'явилася достатньо давно: її запропонувала в другій половині 90-х рр. та ж сама людина, яка виношувала ідею вебу, – Тім Бернерс-Лі, який є фундатором і керівником веб-консорціуму (W3C, WWW). Під семантичною павутиною розуміється комунікаційна структура, наповнена інформацією про зміст, який є «зрозумілим» для комп'ютерів. Це означає, що сучасні вебсторінки створені, переважно, для користувачів і комп'ютерним програмам не під силу використати їх зміст, тобто штучному інтелекту подібні завдання є на сьогодні ще надскладними.

Основне призначення семантичної павутини полягає у додаванні спеціальних даних, які дозволяють комп'ютерним програмам «розуміти», тобто інтерпретувати відповідним чином зміст вебсторінок. За оцінками експертів, подібне додавання, на перший погляд незначних даних, виводить інтернет на новий виток еволюції. Ситуація, коли браузері починають «розуміти» дані, які розташовані на вебсторінках, одразу як мінімум на порядок дозволяє підвищити ефективність роботи з вебресурсами, оскільки без цих семантичних засобів комп'ютери самі, без допомоги людини (поки що), не здатні знайти і правильно використати потрібну користувачеві інформацію, самостійно заблокувати інформаційне сміття (спам), який подібний словниковому фонду, але відмінний за змістом. Одночасно з'являються можливості автоматично виконувати різноманітні завдання з вебконтентом.

Людський інтелект, який сьогодні є необхідним інструментом при он-лайн-взаємодії користувачів з мережею (типовим прикладом є виконання пошукових операцій), стає комп'ютерам доступним у вигляді підготовлених для них універсально-мовних баз знань. У результаті комп'ютери з таким програмним забезпеченням набувають інтелектуальних властивостей і отримують можливість виконувати операції з такими базами знань автоматично, дозволяючи значно зекономити інтелектуальні ресурси людства.

Створення семантичної павутини не є революційною появою якогось нового інтернету. Вона, як і веб свого часу, повинна стати суттєвим доповненням до вже існуючої глобальної мережевої інфраструктури, тобто новим вимірюванням вебпростору. Основу семантичного вебу, як вже зазначалось вище, становлять три ключові мовні технології: *XML*, *RDF* і *OWL*. Технології *XML*, як базовий гіпертекстовий стандарт, що визначає загальний синтаксис для семантичних конструкцій. Фактично, саме в *XML*-виразах фіксуються семантичні записи – ті, що містять орієнтовану на комп'ютери інформацію про зміст конкретних документів. У свою чергу, *RDF* являє собою зведення правил, згідно з якими семантичні записи потрібно виконувати комп'ютерним програмам. І, нарешті, за допомогою *OWL* (тобто онтологічної мови розмітки) стає можливим створення і використання вже існуючих семантичних словників як баз знань.

Хоча технології універсально-мовних засобів виглядають дещо ускладнено, але ж в реальності семантичний веб має одночасно досить простий принцип дії. Для підготовки вже опублікованого документу, відповідно до вимог семантичного вебу, необхідно додати до нього фрагмент коду на мові *XML*, в якому розміщена орієнтована на комп'ютери інформація про сутність документа. Це дозволяє пошуковим машинам, браузерам та іншим програмам, що звертаються до даної сторінки, «зрозуміти», про що вона, тобто відповідно зорієнтуватися або належним чином проінтерпретувати її. Подібний підхід нагадує розміщення ключових слів, яке досить широко практикується в метатеггах *HTML*-сторінок, водночас ключові слова в семантичній павутині є стандартизованими, і в цьому їх основна перевага.

Як вже було зазначено вище, ідея семантичного вебу була запропонована консорціумом *W3C* відносно давно і, починаючи із середини 90-х років виходили різні статті і замітки з цієї тематики, до

яких не приверталась особлива увага широкої комп'ютерної громадськості. Проте одного разу керівник W3C з колегами оприлюднив дійсно вдалу публікацію – 17 травня 2001 р. у журналі *Scientific American* з'явилася стаття «*The Semantic Web*» (автори – Тім Бернерс-Лі, Дж. Хендлер і О. Лассила) [21].

У славнозвісній статті у футуристичному стилі був описаний процес замовлення медичних послуг в онлайн-режимі за допомогою так званих інтернет-агентів і мобільних браузерів. Цей процес був описаний у вигляді процедур інтелектуального пошуку потрібної клініки та організації зустрічі з лікарем для проведення процедур, розклад яких узгоджувався з багатьма сторонами, додатковими умовами, оцінками і рейтингами. Крім цього, в статті наводилися приклади забезпечення майбутнього змістовного пошуку в інтернеті з врахуванням перевіреної особистої інформації з метою отримання максимально точного і достовірного результату на відміну від типової ситуації, коли пошукові системи на запит надають у відповідь, як мінімум, кілька тисяч сторінок з альтернативними і не завжди релевантними відповідями.

Основним здобутком зазначеної статті була орієнтована на широку публіку характеристика ідей семантичного вебу як поєднання концепцій відображення змістовної інформації в інтернеті і представлення знань за допомогою універсально-мовного стандарту *XML*, а також базованим на ньому мовам для опису інформаційних ресурсів (*RDF*) і онтологій (*OWL*). При цьому зазначалося, що правильно організована семантична мережа за умов відповідності *XML*-форматам і застосуванню мультиагентних систем та веб-сервісних технологій сприятиме розвитку і поповненню різноманітних комп'ютерних баз знань. Стаття виконала своє призначення – кількість прихильників семантичного вебу зросла астрономічно, але професійні користувачі інтернету також зрозуміли, що до дійсного приходу новітніх технологій мережі повинно пройти ще багато часу. Реально, у той час W3C поки що не розробив ніяких технологій за винятком стандарту мови *RDF*, які б забезпечили впровадження та підтримку семантики інтернету.

Наступний крок був зроблений 10 лютого 2004 р., коли на сайті W3C з'явився опис мови *OWL* і більшість фахівців зрозуміли, що проєкт семантичного вебу набуває вже реальних форм. У тому ж 2004 році мова опису онтологій *OWL* починає підтримуватись редактором онтологій *Protégé* – це розробка Стенфордського університету.

Одночасно семантичним вебом починає активно цікавитися широке міжнародне наукове співтовариство, у різноманітних виданнях з'являються численні статті за тематикою семантики в інтернеті. В період 2004–2005 рр. починають створюватися онтології, іноді досить розрізнені (напр.: для вин, сиру, медичних препаратів тощо), захищатися докторські дисертації.

Водночас проявляються також інші проблеми зростання: більшість тих, хто намагались активно використовувати ідеї семантичного вебу, або нічого раніше не знали про веб і гіпертекст, або намагались використовувати мову опису онтологій *OWL* в наукових розробках, які не мали нічого спільного з семантикою в мережі, або нічого не знали про штучний інтелект і просто розробляли вебсайти та додатки як і раніше, використовуючи в досить спотворених формах нові мовні засоби.

У 2005 р. знов *W3C* оприлюднює опис нового *RDFa*-синтаксису, який вже дозволяє вбудовувати метадані *RDF* в документи *XHTML*. Наступного 2006 р. з'являються технологічні засоби підтримки розширеного формату *RDFa*. Після цього можна вважати, що коло замкнулось: увесь ланцюг *XML-RDF-RDFS-OWL* отримав технологічне середовище *XHTML*-розмітки мережі. Таким чином, *Тім Бернерс-Лі* через єдиний *RDFa*-формат прив'язує семантичний веб до *XHTML* і з цього часу вже уся спільнота звичайних веб-розробників може використовувати семантику в мережі. У цьому ж 2006 році завершується нарешті епопея з розробкою мови запитів до *RDF* документів, остаточна назва технології для цього – *SPARQL* і відповідний *SQL*-подібний синтаксис вже підтримує можливості маніпулювання базами знань у середовищі семантичного вебу.

Фактично, на сьогодні концепція семантичного вебу набуває гармонійного вигляду складової глобальної концепції розвитку мережі «Інтернет», метою якої є реалізація можливостей комп'ютерної обробки баз знань, доступних в інтернеті. Основний акцент концепції в даному контексті полягає в оперуванні метаданими, які однозначно характеризують властивості і зміст інформаційних ресурсів Всесвітньої павутини, замість використовуваного нині текстового аналізу документів. У семантичній павутині передбачається повсюдне використання, по-перше, уніфікованих ідентифікаторів ресурсів (*URI*), а по-друге – онтологій і мов опису метаданих. У комплексі вся ця концепція була сформульована і активно просувається консорціумом *W3C*.

Для її впровадження передбачається створення мережі документів, що містять метадані про ресурси Всесвітньої павутини і існують паралельно з ними. Одночасно інформаційні ресурси – призначені для сприйняття і оперування фахівцями, а метадані – орієнтовані на комп'ютерні системи (для пошукових роботів та інших інтелектуальних агентів), які використовуватимуться для проведення логічних висновків про властивості цих інформаційних ресурсів та добування нових даних і знань на їх основі і представлення їх фахівцям або іншим пошуковим роботам (програмним агентам).

Основна ідея семантичної павутини полягає у тому, що будучи надбудовою над існуючою Всесвітньою павутиною, вона покликана зробити розміщену в ній інформацію зручнішою для автоматичного використання комп'ютерами і відповідним програмним забезпеченням. Подібне семантичне опрацювання стає можливим у семантичній павутині завдяки двом її найважливішим характеристикам:

- перша, повсюдному використанню уніфікованих ідентифікаторів ресурсів (*URI*). Традиційна схема використання подібних ідентифікаторів у межах сучасного інтернету зводиться до визначення посилань, що вказують на об'єкт адресації. Очевидною властивістю такого посилання є можливість завантаження об'єкта, на який воно вказує. Цим об'єктом може бути вебсторінка, файл довільного змісту, фрагмент вебсторінки, а також непрямий вказівник щодо звернення до реально існуючого фізичного ресурсу відповідно до протоколу, відмінного від *HTTP* (наприклад, посилання *mailto:*). Концепція семантичної павутини розширює це поняття, включаючи в нього ресурси, які є недоступними для завантаження. Подібними ресурсами для адресації через *URI* можуть бути, наприклад, окремі фізичні особи, міста та інші географічні об'єкти, художні артефакти тощо. При цьому ідентифікатор повинен відповідати простим вимогам: 1) відповідність певному формату; 2) унікальність; 3) адресація реально існуючого об'єкта;

- друга, повсюдне використання онтологій і мов опису метаданих (у термінах *XML*-мов). Сучасні методи автоматичної обробки даних, які доступні в інтернеті, як правило, базуються на частотному і лексичному аналізі текстів (хоча існують виключення: наприклад *Swoogle* та ін.), і які, перш за все, орієнтовані на сприйняття цієї інформації виключно людиною. У семантичній павутині пропонується

сполучення форматів спеціальних описань, доступних для комп'ютерної обробки (наприклад, сімейство форматів, які часто згадуються у літературі як «*Semantic Web family*»: *XML*, *RDF*, *RDF-S* і *OWL*), з використанням *URI* для адресації описаних об'єктів, а також онтологій і дескриптивної логіки як базису для математичних формалізмів для маніпулювання цими описами.

Не дивлячись на всі переваги, що декларуються відносно семантичного вебу у разі його впровадження, існують певні небезпідставні сумніви у можливості його повної реалізації. Це означає, що різні коментатори висловлюють різноманітні причини, які можуть бути перешкодою до цього, починаючи з людського чинника (тобто люди схильні уникати роботи щодо підтримки документів з метаданими, також відкритими залишаються проблеми істинності метаданих тощо), і закінчуючи непрямою гіпотезою Арістотеля щодо відсутності очевидного способу розподілу світу на концепти, що, у свою чергу, ставить під сумнів можливість існування онтології верхнього рівня, критичної для концепції семантичного вебу.

Наступна група зауважень стосується надлишкового дублювання інформації, тобто необхідність опису метаданих так чи інакше призводить до виникнення дублювання інформації. Фактично, кожний документ повинен бути створений як мінімум у двох екземплярах: 1) розміченим для читання людьми; 2) а також в машинно-орієнтованому форматі. Цей недолік семантичної павутини був основним поштовхом до створення так званих мікроформатів і мови *RDFa*. Остання є діалектом мови *RDF* і відрізняється від неї тим, що не визначає власного синтаксису, а призначена для впровадження (або монтування) *XML*-атрибутів у межах *XHTML*-сторінок.

Аналізуючи можливості реалізації семантичного вебу, насамперед потрібно розглядати його мови опису, які в технічній частині складають сімейство стандартів, що вміщує *XML*, *XML-S*, *RDF*, *RDF-S*, *RDFa*, *OWL*, а також деякі інші. Понятійний апарат семантичного вебу у вигляді його основних складових зображений на рис. 2.3.

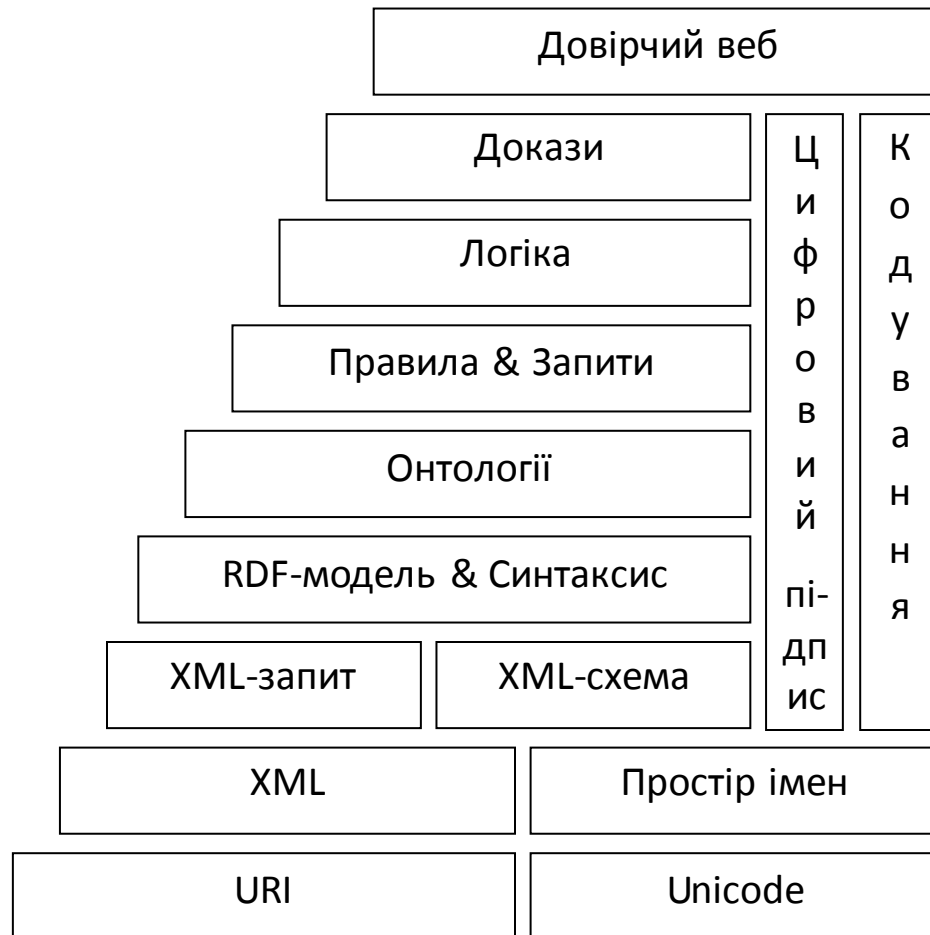


Рис. 2.3. Понятійний апарат семантичної павутини

Розташовуючи ці складові послідовно щодо підвищення рівня абстракції, що реалізується тією або іншою мовою, можна уявити основні понятійні складові семантичного вебу, а саме:

- XML, який надає синтаксис для визначення структури документа, що підлягає машинній обробці, причому, власне синтаксис XML не несе семантичного навантаження;
- *XML-S* – визначає обмеження на структуру XML-документа. Стандартний синтаксичний аналізатор мови XML може перевірити будь-який XML-документ на відповідність його структури так званій схемі документа, яка описана в XML-схемі;
- *RDF* є простим способом опису даних екземплярів у форматі суб'єкт-відношення–об'єкт, де будь-який елемент цієї трійки використовуються тільки як ідентифікатор інформаційних ресурсів. Існує стандартизоване відображення цих трійок на XML-документи певної структури (тобто консорціумом W3C визначена схема XML-документів, що містять *RDF*-описань), а також на інші формати уявлення (наприклад у нотацію *N3*);

- *RDF-S* описує набір атрибутів (точніше їх можна назвати відношеннями), таких як *rdfs:Class* (Клас), для визначення нових типів *RDF*-даних. Цією мовою підтримується також відношення спадкоємства типу *rdfs:subClassOf* (нідКласДля) та інші;

- *OWL*, який розширює можливості опису нових типів метаданих і операцій з ними (зокрема, додаванням числень), а також дозволяє описувати нові типи даних *RDF*-схеми, що вже існують (наприклад, визначати тип, що є перетинанням або об'єднанням двох існуючих).

Формати опису метаданих в семантичному веб'і припускають проведення логічних висновків для цих метаданих, і розробляються з урахуванням того, що існують математичні формалізми в цільовій предметній області. Математичне обґрунтування тих або інших конструкцій мови опису необхідне для проведення висновків про властивості програм, які здійснюють обробку даних у відповідному форматі.

Особливо суворими зазначені обмеження є для мови *OWL*. Базовим формалізмом для неї є дескриптивна логіка, а власне мова розбита на три вкладених одна в одну підмножини: *OWL Lite*, *OWL DL* і *OWL Full*. Доведено, що логічне виведення на метаданих у межах виразності *OWL Lite* виконується за поліноміальний термін часу (іншими словами, завдання виводу належить до класу *P*). *OWL DL* описує максимальну вирішальну в даний момент підмножину дескриптивних логік, але деякі запити за такими даними можуть вимагати експоненційного проміжку часу. *OWL Full* реалізує всі існуючі конструкції дескриптивних логік, але не кожен запит у цій підмножині мови має прийнятне рішення (за тривалістю чи складністю).

Проста структура предикатів мови *RDF*, у свою чергу, дозволяє використовувати у процесі її обробки досвід з теорії логічних баз даних і логіки предикатів тощо.

Найпопулярнішим проектом, заснованим на принципах семантичного вебу, є проект «Дублінське ядро» (англ. *Dublin Core* або *DC*), який реалізується ініціативною організацією *Dublin Core Metadata Initiative* (*DCMI*). Це відкритий проект, метою якого є розробка стандартів метаданих, що не залежать від платформ і підходять для широкого спектру завдань. Більш конкретно *DCMI* займається розробкою словників метаданих загального призначення, що стандартизують описи ресурсів у форматі *RDF*.

Наступним проєктом семантичного вебу є формат *RSS* (стрічки новин), заснований на *RDF*. Інформація у ньому представляється як і в *RDF*, у вигляді трійок суб'єкт-відношення-об'єкт. Потрібно зазначити, що не дивлячись на властиві йому недоліки семантичного вебу (дублювання інформації, наприклад), цей простий формат швидко став надзвичайно популярним за рахунок вузької категоризації підмножини використовуваних метаданих. Відмінність *RSS* від *RDF* полягає у тому, що суб'єктом трійки завжди є сайт-джерело *RSS*-файлу, а як відношення використовуються найочевидніші властивості документів, що мають відношення до джерел інформації, яка часто оновлюється: дата написання, автор, постійне посилання тощо. Іншими словами, *RSS* є вузькоспеціалізованою підмножиною *RDF*.

Крім недоліків, *RSS* успадкував і всі переваги форматів сімейства семантичного вебу: гнучкість *RSS* дозволяє використовувати його не тільки для перевірки наявності нової інформації на сайтах, що регулярно оновлюються, але і для підкастів та торент-кастів (*Broad-catching*) в межах *блог-сфери*. Необхідно зазначити, що формат *RSS* версії 2.0, хоча і не є форматом, заснованим на *RDF*, дозволяє впровадження довільного *XML*-змісту, що знаходиться у власних просторах імен *XML*. Це забезпечує використання *RDF*-описів також і в цьому форматі (із застосуванням простору імен **.rdf*).

Ще один проєкт «*Friend of a Friend*» («Друг мого друга» або англ. *FOAF*) дозволяє описувати відношення знайомства за допомогою *RDF*. Будь-який його учасник може ідентифікувати себе унікальним чином за допомогою *URI* (наприклад, *mailto*-адреса електронної пошти або *блогу* тощо), створити свій профіль, використовуючи зумовлені для *FOAF* відношення мовою *RDF*, і перелічити ідентифікатори людей, з якими цей учасник знайомий. Цей опис може оброблятися автоматично, на його основі можна будувати довірчі мережі, аналізувати структуру соціальних груп тощо.

Водночас як сукупність інформаційних ресурсів та їх метаданих можна вважати статичною частиною семантичного вебу, його динамічну складову представляють так звані семантичні вебсервіси, які є закінченими елементами програмної логіки з однозначно описаною семантикою, також доступні через інтернет і придатні для пошуку, композиції семантичних даних і виконання з ними різноманітних завдань.

Технічно семантичний вебсервіс відрізняється від звичайного вебсервісу наявністю не тільки опису інтерфейсу (зазвичай мовою *WSDL*) у термінах типів даних, що передаються сервісу, значень, що повертаються, і помилок, які генеруються, але й семантичним описанням усіх його характеристик. Потрібно зазначити, що дублювання даних, яке було згадане вище як недолік семантичного вебу, в цьому випадку не відбувається: *WSDL*-опис первинно був призначений якраз для машинної обробки.

Потенційні переваги від використання семантичних вебсервісів полягають у можливостях автоматичного пошуку (а також композиції) програмними агентами відповідних сервісів для вирішення поставлених завдань. Проте складність цього завдання у його загальному формулюванні поки ще дозволяє отримати певні позитивні результати тільки у вузькоспеціалізованих галузях, які явним чином виграють від впровадження сервіс-орієнтованих систем, наприклад, в інтеграції корпоративних застосувань або окремих предметних областей. Прикладами застосувань подібних вебсервісів можна вважати створення та бурхливий розвиток специфічних діалектів *XML*-мови з відповідним вебсервісним середовищем (напр., *XBRL* – у галузі міжнародних стандартів фінансової звітності (*МСФЗ*, рис.2.4), *MathML* – у галузі математики, а також інші подібні приклади в таких сферах, як хімія, біологія, медицина, фармакологія, генетика тощо).

Наведені методичні положення щодо онтологічної концепції і технологій семантичного вебу дозволяють розпочати створення, впровадження, апробацію та підтримку сервісних додатків на основі універсально-мовних засобів (*XML-RDF-OWL*) для окремих предметних областей, таких як інформатизація сфери оподаткування взагалі, та інтелектуальні засоби ризикоорієнтованого адміністрування податків зокрема. Додатковим аргументом, який підвищує якість інформатизації на основі онтологічних засобів, є орієнтація інструментів семантичного вебу на перспективи формування та імплементації в інтернеті баз знань, що дозволяють одночасно вирішувати проблеми майбутньої інтеграції гетерогенних застосувань і додатків.

Розділ 2. Інформатизація та моделювання економіки в умовах використання баз знань

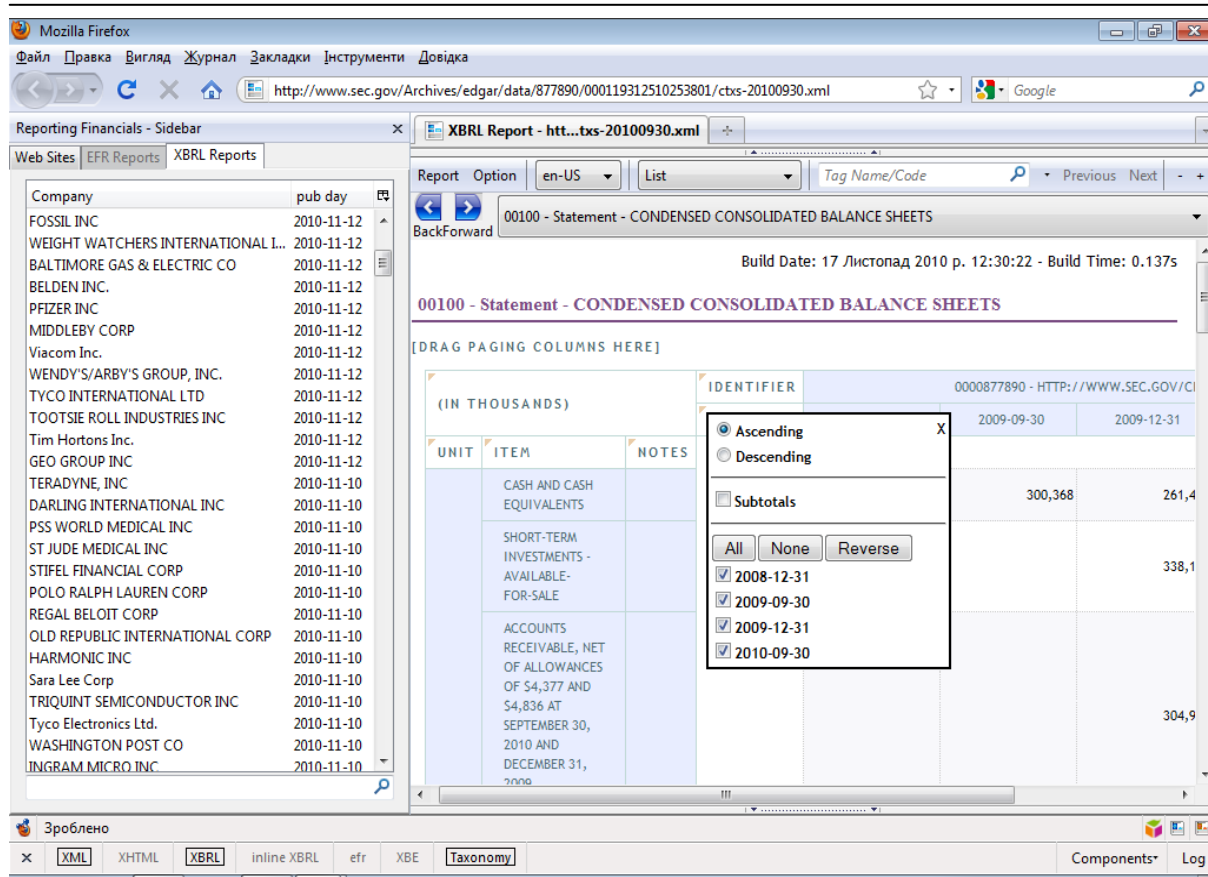


Рис.2.4. Вигляд стандартного звіту «Консолідований баланс» фірми Citrix Corp. в форматі XBRL, відображений відповідним розширенням XBRL для браузера FireFox

Представлені матеріали *НДР* відображають результати перших етапів досліджень, спрямованих на оцінку теоретико-методичних передумов та оцінку можливостей онтологій і перспектив побудови вітчизняного сегменту семантичного вебу в частині інформатизації сфери оподаткування. Тому в межах проведених досліджень створені і впроваджуються системи відповідного програмного забезпечення та вебдодатків, орієнтованих на процедури податкового аудиту та оцінки податкових ризиків у межах тестових наборів даних електронних декларацій та можливостей проведення контрольно-перевірочної роботи органами ДПС із залученням інструментів та технологій *XML*-форматів, які вже сьогодні є стандартом для електронної податкової звітності. На рис. 2.5 зображена результатна вебформа моделювання окремих процедур щодо податкового аудиту, оцінки показників податкоспроможності суб'єктів господарювання та аналізу на їх основі податкових ризиків на прикладі тестової онтології для підтримки електронних декларацій ДПС України.

Модель експрес - аналізу діяльності підприємств
(минулий період)

Ірпеньмаш

ЄДРПОУ	Валові доходи ВД	Валові витрати ВВ	Дохід від продажу товарів ОР	Витрати на придбання товарів ОВ	Витрати на оплату праці ФОП	Сума страхового збору СЗ	сума податків, зборів ПЗ
34789900	6729.3	6290.6	6100.2	4195.4	1247.1	466.1	161.7
Сума амортизаційних відрахувань АВ	Прибуток, що підлягає оподаткуванню ПО	Нарахована сума податку на прибуток НП	Коефіцієнт рентабельності діяльності КПД	Коефіцієнт рентабельності продаж КРП	Коефіцієнт рентабельності витрат КРВ	Коефіцієнт зарплатомісткості КЗМ	Сума сплати ПДВ до бюджету ПДВБ
280.4	158.3	47.5	.065	.312	.070	.204	317.5

Коефіцієнти податкового тиску

Коефіцієнт податкового тиску	Коефіцієнт податкомісткості оплати праці	Коефіцієнт ефективності оподаткування	Коефіцієнт податкомісткості реалізації продукції	Коефіцієнт податкового навантаження новоствореної (доданої) вартості
.172	.926	.380	.189	.370

Модель експрес - аналізу діяльності підприємств
(звітний період)

Ірпеньмаш

ЄДРПОУ	Валові доходи ВД	Валові витрати ВВ	Дохід від продажу товарів ОР	Витрати на придбання товарів ОВ	Витрати на оплату праці ФОП	Сума страхового збору СЗ	сума податків, зборів ПЗ
34789900	13657.4	12768.7	12685.1	9425.8	1692.4	665.9	159.4
Сума амортизаційних відрахувань АВ	Прибуток, що підлягає оподаткуванню ПО	Нарахована сума податку на прибуток НП	Коефіцієнт рентабельності діяльності КПД	Коефіцієнт рентабельності продаж КРП	Коефіцієнт рентабельності витрат КРВ	Коефіцієнт зарплатомісткості КЗМ	Сума сплати ПДВ до бюджету ПДВБ

Зроблено

Рис.2.5. Результатна форма моделювання показників податкового тиску за даними електронних декларацій на вебсайті НДЦПО НУДПСУ

На наступних етапах *НДР* плануються розширення робіт щодо створення податкових таксономій, *RDF*-словників, онтологій та їх підтримки в межах сегменту семантичного вебу для органів ДПСУ, а також підготовка відповідних навчально-методичних і практично-орієнтованих матеріалів для працівників ДПС і платників податків на основі засобів дистанційного навчання.

Список використаних джерел

1. Вебсайт системи дистанційного навчання УДФСУ, розділ ДК каф. ЕК. URL: <http://moodle.fitm.nusta.edu.ua> (дата звернення: 11.05.2020).
2. Гаврилова Т. А., Хорошевский В. Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. СПб.: Питер, 2001. 384 с.
3. Глухов В. В. Экономика знаний / В. В. Глухов, С. Б. Коробко, Т. В. Маринина. СПб.: Питер, 2003. 528 с.

4. Минский М. Фреймы для представления знаний. М.: Энергия, 1979. 211 с.
5. Михаленко П. Язык онтологий в Web // Открытые системы. 2004. №2. С. 85–89. URL: <http://www.osp.ru/os/2004/02/183921/>.
6. Модернізація державної податкової служби України: навч.-метод. посіб. для слух. дист. курсу, вид. сьоме, виправл. і доповн. / За заг. ред. В.Л. Журавського. Ірпінь: Видав. НУ ДПСУ, 2012. 197 с.
7. Осипов Г. С. Приобретение знаний интеллектуальными системами. М.: Наука, 1997. 360 с.
8. Палагин А. В. Архитектура онтолого-управляемых компьютерных систем // Кибернетика и системный анализ. 2006. №2. С. 111–124.
9. Палагин А. В., Петренко Н. Г. Модель категориального уровня языково-онтологической картины мира // Математичні системи і машини. 2006. № 3. С. 91–104.
10. Палагин А. В., Яковлев Ю. С. Системная интеграция средств компьютерной техники. Винница: Универсум-Винница, 2005. 680 с.
11. Палагин А.В., Ріппа С.П., Саченко А.О. Концептуализация и проблематика онтологий. Донецьк: Штучний інтелект. 2008. С. 374–379.
12. Ріппа С. П. Базы знаний в управлінні IT-проектами. *Управління проектами: стан і перспективи*: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. К.: НУК, 2005. С. 143–145.
13. Формирование общества, основанного на знаниях. Новые задачи высшей школы / пер. с англ. М: Издательство «Весь Мир», 2003. 232 с.
14. Becerra-Fernandez, I., Gonzalez, A., and Sabherwal, R. 2004. Knowledge management: Challenges, solutions, and technologies. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
15. Disterer, G. 2002. Management of project knowledge and experiences. *Journal of Knowledge Management*, 6(5), P. 512–520.
16. A Guide to the Project Management Body of Knowledge. Fifth edition. Project Management Institute, 2013. 589 p.
17. Palagin A. V. Development of Procedures of recognition of objects with usage multisensory ontology controlled instrumental complex / Palagin A. V., Peretyatko V. // *International Journal “Information Theories and Application”*. 2006, V13, №4. P. 307-315.
18. Pasichnyk R., Sachenko A. Semantic Web-Search Developing by Problem-Oriented Ontology Means. *Proceedings of the IEEE International Workshop IDAACS'2007*, Dortmund, Germany, 6-8 September, 2007. P. 445-448.
19. Rippa, S., Lendyuk, T., Selection of alternative projects using data mining. *Proceedings of the IEEE International Workshop IDAACS'2007*, Dortmund, Germany, 6-8 September, 2007. P. 550-554.
20. Sachenko A., Tucker A. Design of Modern Academic Program in Computing for Ukrainian Universities. *Society for Information Technology and Teacher Education International Conference*, Vol.2003, Issue 1, 2003. P. 2790-2791.
21. Tim Berners-Lee, James Hendler and Ora Lassila. The Semantic Web URL: <http://www.sciam.com/article.cfm?articleid=000A0919>.

2.2. Проблеми семантизації інформаційних ресурсів веб для підтримки управління процесами оподаткування

Значна частина сучасних ІС орієнтована на розподілену обробку інформації та функціонування у відкритому інформаційному просторі веб. Це стосується здебільшого і сфери оподаткування, де актуальність і достовірність знайденої інформації є одними з найважливіших чинників прийняття рішень. Використання вебресурсів передбачає необхідність обробки великих обсягів гетерогенної інформації, що викликає потребу в автоматизації процедур обробки на рівні семантики. Тому сьогодні основні напрями розвитку інформаційних технологій (далі – *ІТ*) пов'язують зі створенням інтелектуальних інформаційних систем (далі – *ІІС*), які використовують знання з відповідних предметних областей (далі – *ПрО*).

Використання онтологій забезпечує, наприклад, виконання пошуку інформації з податкового законодавства у веб на семантичному рівні (а подібне завдання часто є складником сучасних інтелектуальних застосувань, що функціонують у відкритому інформаційному середовищі). Такий пошук надає можливість отримувати не просто документи або дані, а знання про потрібні користувачам інформаційні об'єкти (далі – *ІО*), які можуть мати досить складну й певним чином формалізовану структуру. Приміром, окремим випадком такого пошуку є знаходження семантичних вебсервісів, що потрібні для розв'язання проблеми користувача, або пошук програмного агента, який реалізує відповідні функції.

Отже, для ефективного інформаційного супроводження задач, пов'язаних з оподаткуванням, необхідно визначити джерела знань про предметну область, обрати засоби їх здобуття та формалізації і розробити методи їх застосування для вирішення задач, що постають перед користувачами.

Онтологічний аналіз є потужним засобом для формалізації знань у різних *ПрО* [6; 12]. Менеджмент знань на основі онтологій [14] нині широко застосовують в *ІІС* у різних сферах. Для цього в рамках проєкту *Semantic Web* [13] розроблено велику кількість стандартів, мов [8; 9] та інструментальних засобів [11]. У тому числі вони дозволяють формалізувати знання про суб'єкти економічної діяльності, які входять до складу економічної системи [10], що забезпечує їх

інтероперабельне використання в різних інформаційних системах, тобто знання, згенеровані внаслідок аналізу інформації однією ІІС, можуть використовуватися як вхідні дані іншою ІІС. Це дозволяє не тільки позбутися додаткових складних операцій зі здобуття знань (такі операції потребують багато часу й участі експертів), але й отримувати більш об'єктивну та узгоджену інформацію, в процесі створення якої бере участь більше спеціалістів.

Формалізація знань про суб'єкти економічної діяльності у вигляді онтологій спрощує пошук потрібних знань та дозволяє узгоджувати інформацію з різних джерел на семантичному рівні, використовуючи інформаційні джерела з відкритого інформаційного середовища – веб, локальних та корпоративних мереж тощо [15]. Але це викликає потребу у використанні засобів та методів керування знаннями, що враховують специфіку середовища веб.

Менеджмент знаннями (*Knowledge management* – *KM*) – це систематично керована організаційна діяльність, спрямована на аналіз явних і неявних знань як ключові стратегічні ресурси організації і призначена для поліпшення обробки цих знань на індивідуальному, колективному, організаційному і міжорганізаційному рівнях для досягнення більш ефективної діяльності податкової служби. У суспільстві знань (*knowledge-based society*), де саме знання стають вирішальним ресурсом, застосування методів керування знаннями є необхідною умовою успішної податкової діяльності.

Термін «керування знаннями» («*knowledge management*») вперше було використане 1986 р. американським ученим Карлом Віїгом на конференції у Швейцарії, яка проводилася Міжнародною організацією праці під егідою ООН, за аналогією з такими поняттями, як «керування даними» та «керування інформацією». На сьогодні існує багато досить суперечних визначень цього терміна, що відображають різні аспекти, пов'язані з ефективним використанням знань у різних сферах [1].

Основні проблеми керування знаннями у веб пов'язані з:

- інтеграцією знань, отриманих від різних інформаційних ресурсів (далі – *IP*);
- пошуком протиріч між знаннями, що відображені в контенті різних *IP*, оцінкою їх достовірності та надійності;
- здобуттям нових знань з уже наявних та їх поданням у формі, зрозумілій користувачеві;

- пошуком знань, потрібних конкретному користувачеві для вирішення певних задач;
- автоматизацією створення метаданих, що коректно описують контент *IP* на рівні змісту, та ефективним пошуком у таких метаописах.

Технології Semantic Web. Значні кроки до встановлення єдиного простору знань зроблені у проєкті *Semantic Web* [7], спрямованому на перетворення веб на єдину базу знань на основі існуючих інформаційних комп'ютерних технологій (далі – *IKT*) та міжнародних стандартів, базуючись на онтологічному представленні знань *ПрО* [3].

Щоб ефективно застосовувати методи менеджменту знань до задач оподаткування, необхідно розробити онтологію відповідної *ПрО* та визначити джерела і методи її поповнення. Для цього необхідно проаналізувати як специфіку цієї *ПрО*, так і стан сучасних технологій керування знаннями.

Використання онтологій для створення спільного інформаційного середовища для суб'єктів оподаткування. У сучасних умовах створення та поширення інформаційно-комунікаційних технологій наставла можливість об'єднання всіх суб'єктів економіки (підприємства і організації) в загальне інформаційне середовище на основі онтологічного аналізу [5]. Знання про це середовище можуть бути формалізовані за допомогою ієрархії онтологій, що містять інформацію різного рівня узагальнення (рис. 2.6).

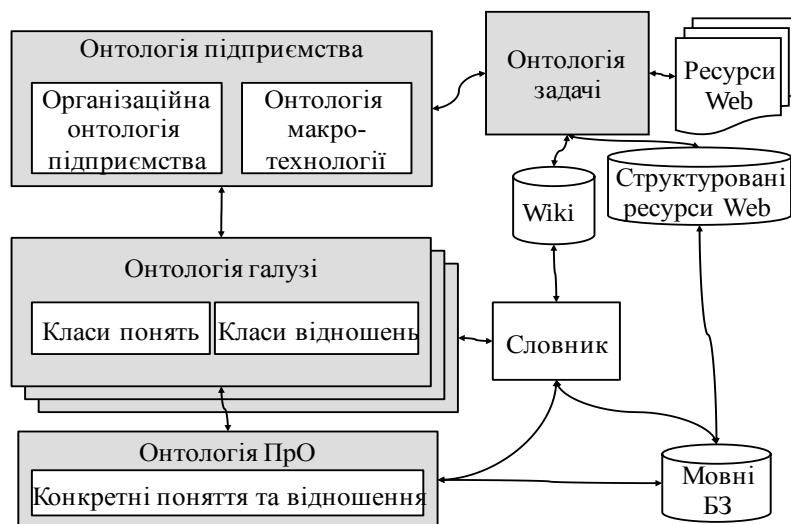


Рис. 2.6. Ієрархія онтологічного подання знань суб'єктів економічної діяльності

Але виникає проблема, пов'язана з тим, що інформація про суб'єкти оподаткування постійно змінюється, а онтології є недостатньо динамічними – їх оновлення потребує значних зусиль та досвіду інженерів зі знань.

Вирішити цю проблему дозволяють методи *Data Mining*, призначені для здобуття знань з різних типів *IP*. Чим більше структурованими та семантизованими є такі ресурси, тим більш ефективно та легко здобувати з них податкову інформацію.

Проблеми семантизації *IP* у сфері оподаткування. Семантизацією у мовознавстві називають виявлення змісту мовних одиниць, наприклад появу нових семантичних одиниць у структурі лексеми, тобто набуття словом нового значення. У більш загальному випадку семантизація – це встановлення зв'язку між певним інформаційним об'єктом (далі – *IO*) та його змістом. Під семантизацією інформаційних ресурсів розуміють встановлення зав'язків між цими *IP* (або їх елементами) та певними формалізованими знаннями. Основні задачі, які при цьому вирішуються, – це пошук *IP*, пертинентних потребам користувачів, та здобуття з цих *IP* необхідної інформації. Окремими випадками семантизації *IP* є семантичний пошук, семантичне анотування (побудова семантичних метаописів) та семантична розмітка.

Семантичний пошук [4] – це пошук інформації, що задовольняє інформаційні потреби користувача в процесі пошуку інформації з оподаткування із застосуванням знань щодо суб'єктів і об'єктів пошукової процедури й методів аналізу цих знань [2]. Ці знання можуть стосуватися як користувача та його інформаційних потреб (персоналіфікація пошуку), так і структури та типів *IP*, серед яких здійснюється пошукова процедура. Знання можуть використовуватися приховано від користувача (внутрішня база знань пошукової системи, до якої користувач не має доступу), що ускладнює роботу такої системи та зменшує довіру до неї, або безпосередньо за його вибором (база знань користувача), що вимагає від користувача додаткових зусиль.

Аналіз існуючих на сьогодні засобів семантичного пошуку показує, що для переважної кількості задач для опису *Про* достатньо використовувати «легковагові» онтології, в яких не застосовуються аксіоми, а множина відношень між класами, що описуються додатковими властивостями, зазвичай є порожніми. *Легковагові онтології* – це відносно прості таксономічні структури термів з відповідними

визначеннями. Вони менш аксіоматизовані. Такі онтології мають менші виразові можливості, але їх значно легше та швидше обробляти. Для великовагової онтології можна побудувати її легковагову версію. Для таких онтологій характерна наявність тільки таких відношень:

- відношення «клас-підклас», значення якого пов'язані транзитивно;
- об'єктне відношення синонімії, значення якого пов'язані симетрично;
- об'єктні відношення, специфічні для *PrO*, значення яких не мають бінарних властивостей.

У більш складних випадках деякі відношення *PrO* з оподаткування можуть також бути визначені як транзитивні або симетричні, і це дозволяє реалізувати більш складне логічне виведення на знаннях *PrO*. Але частіше для семантичного пошуку податкової інформації достатньо самої наявності відношення між екземплярами класів, щоб оцінити пертинентність сфери пошуку. Це пов'язано з тим, що аналіз, наприклад, природномовного тексту з урахуванням усіх знань щодо *PrO* для визначення його семантики займає багато часу, що неприйнятно для аналізу великої кількості *IP*, релевантних запиту. Залежно від того, наскільки складно описує користувач потрібну *PrO*, залежить як час пошуку, так і його якість. Обирати компроміс між цими протилежними критеріями має сам користувач.

Така «легковагова» онтологія може базуватися на онтології більш широкої *PrO* (з більшою кількістю класів, відношень та екземплярів), яка має значно більшу виразну потужність (наприклад, подана на *OWL Full* або *OWL DL*). Але безпосередньо побудувати підмножину онтології для переважної більшості користувачів є надто складною задачею. Значно легше обробляти *IP*, що містять відповідну семантичну розмітку, обираючи ті, що належать до поточної задачі.

На сьогодні переважна частина ресурсів веб не є семантизованими, але кількість *IP*, що містять семантичну розмітку та різноманітні метаописи інформації з податків, постійно зростає. Але для користувачів усе ще важко відокремлювати такі ресурси від загальної маси *IP*, незважаючи на те, що існує велика кількість пошукових систем, орієнтованих саме на пошук структурованих *IP*, наприклад для виявлення, індексації та запитування документів з оподаткування у форматі *RDF* або *OWL*.

Використовуючи такі системи, можна знайти конкретний документ, але досить складно побудувати множину документів, що відповідають якійсь поточній задачі, тому що безпосередні посилання між такими *IP*, як правило, відсутні або не є наочними. Тому доцільніше використовувати бази знань, побудовані на *Wiki*-платформі. По-перше, такі системи застосовують стандартизовані засоби для подання семантичної розмітки (за допомогою системи категорій та властивостей). Ці елементи можна легко розпізнавати навіть у тих випадках, коли різні інформаційні об'єкти отримані з різних ресурсів [2]. Інша важлива перевага – у семантичних *Wiki*-ресурсах завжди є в наявності різноманітні засоби для внутрішньої навігації та пошуку, і це дозволяє користувачу досить швидко визначити набір *Wiki*-сторінок, пов'язаних з його задачею. Третій важливий фактор – на сьогодні вже створено багато різноманітних семантичних *Wiki*-ресурсів, і їх кількість, обсяг та якість постійно збільшуються. По-четверте, у випадку, якщо інформації в семантичних *Wiki* недостатньо, їх досить легко доповнити відомостями з несемантизованих *Wiki* (наприклад, з Вікіпедій різними мовами або *Wiki*-довідників) – з таких ресурсів можна здобути менше семантичної інформації, але у поєднанні із семантизованими вони дозволяють досить коректно описати проблему.

Основні етапи побудови онтології задачі в оподаткуванні

Етап 1. Знайти семантичний *Wiki*-ресурс, що за тематикою співвідноситься із задачею оподаткування. Рекомендується використовувати ті *Wiki*-довідники та *Wiki*-енциклопедії, які надають достовірну інформацію (реферовані видання) та пов'язані з країною, для якої вирішуються задачі. Якщо користувач має відомості до більш спеціалізованих ресурсів, то їх застосування може збільшити ефективність роботи. Припускається використовувати й несемантизовані *Wiki*-ресурси, але це надає менше інформації.

Етап 2. У цьому *Wiki*-ресурсі відібрати множину *IP*, що безпосередньо пов'язані з вирішенням задач з оподаткування, – *Wiki*-сторінки відповідних термінів. Почати цей відбір можна з пошуку *Wiki*-сторінок, назви яких співпадають із ключовими словами задачі, а надалі за допомогою вбудованих засобів навігації *Wiki*-ресурсом переходити до сторінок, сполучених з цими сторінками семантичними властивостями (усіма або тільки тими, що цікавлять користувача) або належать до категорій оподаткування. На цьому етапі користувач має

виконати певну кількість роботи самостійно, щоб охарактеризувати ту інформацію, що йому потрібна, та відкинути ту, що не стосується його поточної задачі (це може бути цінна інформація, важлива для *ПрО* в цілому, але не потрібна саме для вирішення поточної проблеми). Від того, наскільки точно буде виконано відбір, залежить ефективність виконання семантичного пошуку: відсутність потрібної інформації не дозволить знаходити відповідні ресурси, а наявність зайвих сторінок збільшить час обробки.

Етап 3. Для кожної Wiki-сторінки виконуються такі дії:

- інформація про класи сторінки (усі або відібрані користувачем) дозволяє поповнити класи онтології задач з оподаткування. Ієрархічні відношення між цими класами можна визначити за допомогою сторінок цих категорій;
- ім'я самої сторінки заноситься до множини екземплярів класів онтології задачі;
- імена тих семантичних властивостей сторінок, що використані на цій сторінці та область визначення яких належить до типу «Сторінка» (усі або відібрані користувачем), заносяться до множини об'єктних властивостей класів онтології задачі;
- імена сторінок, на які ця сторінка посилається за допомогою гіперпосилань (усі або відібрані користувачем), також заносяться до множини екземплярів класів онтології задачі;
- якщо ця сторінка відсилає до іншої сторінки, тоді ім'я такої сторінки розглядається як синонім поточної сторінки, заноситься до множини екземплярів класів онтології задачі та пов'язується відношенням синонімії з іменем поточної сторінки.

Ці дії дозволяють побудувати онтологію задачі користувача для отримання інформації про оподаткування. Хоча існує можливість їх програмної реалізації через те, що більшість операцій потребує втручання користувача та прийняття рішення щодо кожного поняття та відношення, доцільніше виконувати ці дії безпосередньо за допомогою редактора онтологій (наприклад *Protégé*). Так, побудована онтологія представлена мовою *OWL* та може використовуватися семантичними пошуковими системами для фільтрації результатів запитів. Основна ідея фільтрації інформації з оподаткування полягає у тому, що контент знайдених *IP* (або певних їх елементів, визначених користувачем)

порівнюється із елементами онтології. За результатами порівняння, знайдені *IP* впорядковуються відповідно до кількісного значення коефіцієнта близькості. Алгоритм порівняння та міри близькості залежать від специфіки конкретних пошукових систем та обраних користувачем налаштувань. Приклад такої системи семантичного пошуку, що використовує онтології користувачів, – метапошукова система *МАІПС*, що призначена для пошуку інформації, пов'язаної з податковою інформацією. Формалізація інформаційних потреб користувача *МАІПС* базується на представленні знань через онтології *ПрО*. Персоналізація семантичного пошуку в *МАІПС* базується на тому, що користувач явно визначає, які саме знання (онтології та базовані на них тезауруси задач) використовуються для формалізації його інформаційних потреб. Це є характерною рисою цієї *ССП* та її основною відмінністю від інших систем, що підтримують пошук податкової інформації на семантичному рівні.

Етап 4. Побудована онтологія задачі використовується для семантизації довільних природномовних *IP*, пов'язаних з оподаткуванням. Надалі такі *IP* самі стають об'єктом аналізу і дозволяють оновлювати онтологію задачі, що використовується у різних застосунках.

На сьогодні збільшення ефективності роботи інформаційних систем з отриманням інформації з оподаткування пов'язують не тільки з алгоритмами обробки, але й з тим, наскільки актуальні та пертинентні дані вони обробляють. Це збільшує важливість підсистеми пошуку інформації. Персоніфікація дозволяє з великої кількості *IP*, релевантних запиту користувача, відібрати ті *IP*, які стосуються його поточних інтересів, позбавивши самого користувача від рутинного аналізу запропонованої інформації. Основна тенденція семантизації пошукових засобів пов'язана з переходом від виявлення документів, що містять певні ключові слова, до пошуку знань, необхідних для виконання поставленого перед користувачем завдання. Це особливо важливо до динамічних галузей знань, до яких належить оподаткування. Використання онтології для отримання податкової інформації дозволить знаходити та обробляти найновіші документи – закони та інструкції, аналітичні звіти, рекомендації тощо. Це дозволить користувачам, що не є спеціалістами в інформаційних технологіях, легко та успішно застосовувати методи керування знаннями.

Список використаних джерел

1. Гладун А. Я., Рогушина Ю. В. *Data Mining: пошук знань в даних*. К.: ТОВ «ВД «АДЕФ-Україна», 2016. 452 с.
2. Рогушина Ю. В. *Семантичний пошук у Web на основі онтологій: розробка моделей, засобів і методів*. Мелітополь: МДПУ ім. Богдана Хмельницького, 2015. 291 с.
3. Davies J., Fensel D., van Harmelen F. *Towards the Semantic Web: Ontology-driven knowledge management*. John Wiley & Sons Ltd, England, 2002. 288 p.
4. Gladun A., Rogushina J., Valencia-García R., Martínez-Béjar R. Semantics-driven modelling of user preferences for information retrieval in the biomedical domain *Informatics for health and social care*. V. 38, N. 2 2013. P. 150–170.
5. Gruber T. R. Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing. *International Journal of Human-Computer Studies*. 1995. V. 43. P. 907–928.
6. Guarino N. Formal Ontology in Information Systems. Formal Ontology in Information Systems. *Proceedings of FOIS'98*, 1998. P. 3–15.
7. Introduction to Semantic Web. URL: <http://www.mphasis.com/knowledge-center/white-papers-all.asp>
8. Lassila O., Swick R. Resource Description Framework (RDF) Model and Syntax Specification, W3C Recommendation. URL: <http://www.w3.org/TR/REC-rdf-syntax>
9. OWL Web Ontology Language Semantics and Abstract Syntax. Section 2. Abstract Syntax. URL: <http://www.w3.org/TR/owl-semantics/syntax.html>
10. Tang, X., & Yang, F. A study on dynamic ontology for information integration in E-governmental virtual organization. *Wireless Communications, Networking and Mobile Computing*, 2007. P. 3600–3604.
11. Tudorache T., Nyulas C., Noy N. F., Musen M. A. WebProtégé: A collaborative ontology editor and knowledge acquisition tool for the web. *Semantic web*, 4(1), 2013. P. 89–99. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3691821/>
12. Uschold M., & Grüninger M. Ontologies: Principles, Methods and Applications. *Knowledge Engineering Review*, 11(2), 1996. P. 93–155.
13. W3C Semantic Web Activity. URL: <http://www.w3.org/2001/sw/Activity/>
14. Warren P. Knowledge Management and the Semantic Web: From Scenario to Technology. *IEEE Intelligent Systems*. 21, 1. 2006. P. 53–59.
15. Yoo, D., & No, S. Ontology-based economics knowledge sharing system. *Expert Systems with Applications*. 2014. 41(4). P. 1331–1341.

2.3. Застосування методології дерев рішень у класифікаційних завданнях

Основні поняття методології дерев рішень

Дерева рішень (*decision trees*) належать до найбільш популярних і потужних інструментів *Data Mining*, що дозволяють ефективно вирішувати завдання класифікації і регресії. На відміну від методів, які використовують статистичний підхід, таких як класифікатор Байєса, лінійна і логістична регресія, дерева рішень засновані на машинному навчанні і здебільшого не вимагають припущень про статистичний розподіл значень ознак.

В основі дерев рішень лежать вирішальні правила виду «*якщо ... то ...*», які можуть бути сформульовані на природній мові. Тому дерева рішень є найбільш наочними і легко інтерпретуються моделями.

Для зручності наведемо базові поняття теорії дерев рішень у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Назва	Опис
Об'єкт	Приклад, шаблон, спостереження, запис
Атрибут	Ознака, незалежна змінна, властивість, вихідне поле
Мітка класу	Залежна змінна, цільова змінна, вихідне поле
Вузол	Внутрішній вузол дерева
Лист	Кінцевий вузол дерева, вузол рішення
Перевірка	Умова вузла

Розглянемо основну ідею алгоритмів побудови дерев рішень на прикладі.

Нехай потрібно передбачити повернення або неповернення кредиту за допомогою набору вирішальних правил на основі єдиного атрибута «Вік клієнта». Для цього будемо використовувати множину спостережень, у кожному з яких вказується вік, а також факт повернення / неповернення позики. Графічно таку множину спостережень подано на рис. 2.7.

Умовно приймемо, що об'єкт у формі кола вказує на неповернення, у формі прямокутника – на дефолт по займу, а всередині кожного об'єкта зазначений вік. Необхідно розбити множину об'єктів на підмножини так, щоб в кожне з них потрапили об'єкти тільки одного класу.

Як можна побачити на рис. 2.7, структура дерев рішень проста і в цілому аналогічна деревовидним ієрархічним структурам, що використовуються в інших сферах *Data Mining*, наприклад деревах асоціативних правил. До складу дерев рішень входять два види об'єктів – вузли (*node*) і листя (*leaf*). У вузлах містяться правила, за допомогою яких проводиться перевірка атрибутів і безліч об'єктів у цьому вузлі розбивається на підмножини. Листя – це кінцеві вузли дерева, в яких містяться підмножини, асоційовані з класами. Основною відмінністю листа від вузла є те, що в листі не проводиться перевірка, що розбиває асоційовану з ним підмножину і, відповідно, немає розгалуження. Листом може бути оголошений будь-який вузол, якщо прийнято рішення, що множина у вузлі досить однорідна у плані класової приналежності об'єктів і подальше розбиття не має сенсу, оскільки не приведе до істотного збільшення точності класифікації, а тільки ускладнить дерево.

У дереві рис. 2.7 Б, що класифікує об'єкти, подані на рис. 2.7 А, і об'єкти з номерами 1 і 2 – вузли, а з номерами 3, 4, 5 і 6 – листя. Звернемо увагу на те, що в дереві є по два листя, асоційованих з одним класом. У цьому немає ніякого протиріччя, просто для класифікації об'єктів у них використовувалися різні способи перевірки. Для кожного аркуша в дереві є унікальний шлях. Початковий вузол дерева є вхідним: через нього проходять усі об'єкти. Зазвичай вхідний вузол називають кореневим вузлом (*root node*).

Отже, дерево росте зверху вниз. Вузли і листя, підлеглі вузлу вищого ієрархічного рівня, називаються нащадками, або дочірніми вузлами, а той вузол відносно них – предком, або батьківським вузлом.

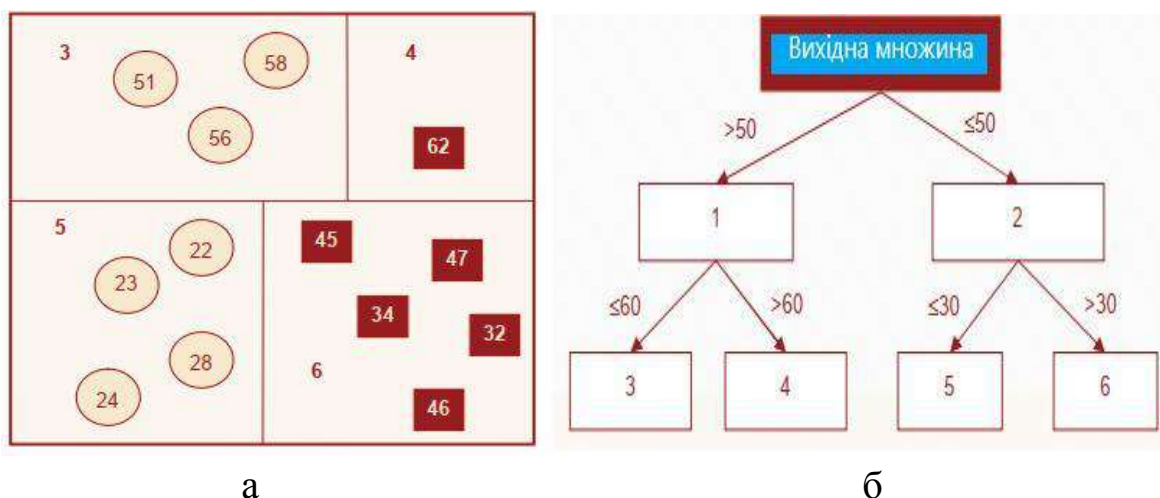


Рис. 2.7. Множина об'єктів і дерево рішень, що їх класифікує

Алгоритми дерев рішень ID3 и C4.5

Одними з найбільш популярних алгоритмів побудови дерев рішень є алгоритм *ID3* і його модифікація *C4.5*. Алгоритм *ID3* починає роботу з усіма навчальними прикладами в кореневому вузлі дерева. Для поділу безлічі прикладів кореневого вузла вибирається один з атрибутів, і для кожного значення, прийнятого цим атрибутом, будується гілка і створюється дочірній вузол. Потім усі приклади розподіляються за дочірніми вузлами відповідно до значення атрибута. Пояснимо це на рис. 2.8. Нехай атрибут *X* приймає три значення: *A*, *B* і *C*. Тоді у разі розбиття вихідної множини *T* по атрибуту *X* алгоритм створить три дочірніх вузли *T1 (A)*, *T2 (B)* і *T3 (C)*, у перший з яких будуть розміщені всі записи зі значенням *A*, в другий – зі значенням *B*, а в третій – із значенням *C*.

Алгоритм повторюється рекурсивно доти, доки у вузлах не залишаться тільки приклади одного класу, після чого вузли будуть оголошені листами і розбиття припиняться. Найбільш проблемним етапом алгоритму є вибір атрибута, за яким проводитиметься розбиття в кожному вузлі.

Для вибору атрибута розбиття *ID3* використовує критерій, званий приростом інформації (*information gain*) або зменшенням ентропії (*entropy reduction*).

Введемо у розгляд міру приросту інформації, яка обчислюється як:

$$Gain(S) = Info(T) - InfoS(T), \quad (3.31)$$

де *Info(T)* – ентропія множини *T* до розбиття;

InfoS(T) – ентропія після розбиття *S*.

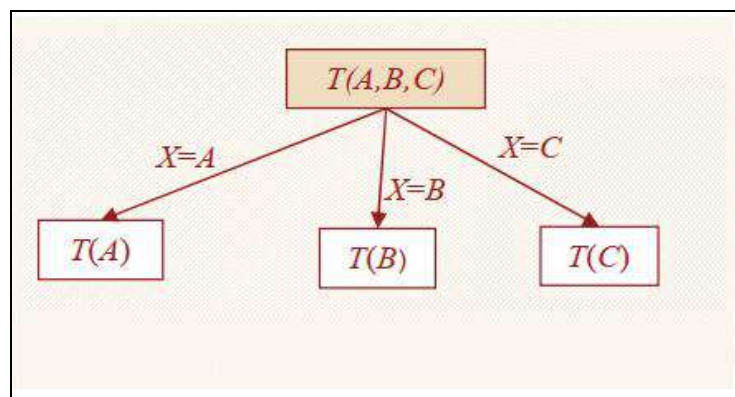


Рис. 2.8. Початкові вузи класифікаційного дерева

Ця міра є приростом кількості інформації, отриманої в результаті поділу безлічі T на підмножини $T_1, T_2, \dots, T_k$ за допомогою розбиття S . Як найкращий атрибут для використання у разі необхідності розділення S , вибирається той атрибут, який забезпечує найбільший приріст інформації $Gain(S)$.

Розглянемо приклад. Нехай дано набір даних T , який містить 14 записів і 3 вхідних атрибута $A1, A2, A3$, а також вихідний атрибут (мітку класу) C , який приймає два значення – $C1$ і $C2$ (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

№ з/п	A1	A2	A3	C
1.	A	70	Так	C1
2.	A	90	Так	C2
3.	A	85	Ні	C2
4.	A	95	Ні	C2
5.	A	70	Ні	C1
6.	B	90	Так	C1
7.	B	78	Ні	C1
8.	B	65	Так	C1
9.	B	75	Ні	C1
10.	C	80	Так	C2
11.	C	70	Так	C2
12.	C	80	Ні	C1
13.	C	80	Ні	C1
14.	C	96	Ні	C1

У цьому прикладі 9 записів належить до класу $C1$, а 5 – до класу $C2$. Ентропія множини T буде:

$$Info(T) = - (9/14) \times \log_2(9/14) - (5/14) \times \log_2(5/14) = 0,94 \text{ біт.}$$

Після використання атрибута $A1$ для розбиття вихідної множини на три підмножини: $T1(A)$, $T2(B)$ і $T3(C)$ – загальна ентропія розбиття становитиме (умовно вважаємо, що $\log_2(0) = 0$):

$$InfoS1(T) = 5/14 (-2/5 \times \log_2(2/5) - 3/5 \log_2(3/5)) + 4/14 (-4/4 \times \log_2(4/4) - 0/4 \times \log_2(0/4)) + 5/14 (-3/5 \times \log_2(3/5) - 2/5 \times \log_2(2/5)) = 0,694 \text{ біт.}$$

Отже, приріст інформації у разі використання атрибута $A1$ для розбиття вихідної підмножини становитиме:

$$Gain(S1) = 0,94 - 0,694 = 0,246 \text{ біт.}$$

Під час використання розбиття на основі атрибута A_3 , провівши аналогічні обчислення, отримаємо:

$$ES_3(T) = 6/14 (-3/6 \times \log_2(3/6) - 3/6 \log_2(3/6)) + \\ 8/14 (-6/8 \times \log_2(6/8) - 2/8 \times \log_2(2/8)) = 0,892 \text{ біт.}$$

Тоді приріст інформації, який забезпечується розбивкою вихідної безлічі на основі атрибута A_3 , буде: $Gain(S_3) = 0,94 - 0,892 = 0,048 \text{ біт.}$

Отже, для початкового поділу множини T алгоритм вибере розбиття S_1 з використанням атрибута A_1 , що забезпечує найбільший приріст інформації. Для знаходження оптимальної перевірки необхідно також розглянути атрибут A_2 . Раніше розглядалися розбиття за категоріальними атрибутами. У цьому прикладі зіткнулися з необхідністю перевірки за числовим атрибутом A_2 . Перевірки за такими атрибутами більш складні, оскільки потрібна установка порогів для розбиття, яка в загальному випадку може бути довільною. Існує алгоритм для визначення оптимального значення порога z . Спочатку навчальні приклади упорядковано в тому порядку, в якому будуть розглядатися значення атрибута: $(v_1, v_2, \dots, v_m)$. Тоді існує тільки $m - 1$ порогів розбиття так, щоб кожне них було перевірено на предмет максимального приросту інформації. При цьому як поріг можуть вибиратися серединні точки між сусідніми значеннями $(v_i, v_i + 1)/2$ або, як варіант, найменші значення з кожного інтервалу $(v_i, v_i + 1)$.

Для ілюстрації цього способу знаходження порога візьмемо числовий атрибут A_2 . Після сортування прикладів за зростанням значень атрибута отримаємо такий порядок $\{65, 70, 75, 78, 80, 85, 90, 95, 96\}$ і безліч можливих порогових значень $z = \{65, 70, 75, 78, 80, 85, 90, 95\}$. З дев'яти значень оптимальним буде те, яке забезпечує найбільший приріст інформації. Якщо для кожного потенційного порога визначити приріст інформації подібно до того, як раніше це робилося для значень категоріальної змінної, то можна виявити, що кращим значенням порога буде $z = 80$. Обчислення приросту інформації для розбиття S_2 ($A_2 \leq 80$ або $A_2 \geq 80$) проводиться так:

$$InfoS_2(T) = 9/14 (-7/9 \times \log_2(7/9) - 2/9 \log_2(2/9)) + \\ 5/14 (-2/5 \times \log_2(2/5) - 3/5 \times \log_2(3/5)) = 0,837 \text{ біт;} \\ Gain(X_3) = 0,94 - 0,837 = 0,103 \text{ біт.}$$

Тепер можна порівняти приріст інформації для всіх трьох атрибутів ілюстративного прикладу. Бачимо, що атрибут A_1 , як і раніше, забезпечує найбільший приріст інформації – 0,246, і отже, він повинен бути обраний для використання в першому розбитті дерева рішень. Кореневий вузол перевірить для атрибута A_1 , в результаті чого будуть створені три гілки – по одній для кожного значення атрибута (рис. 2.9).

Оскільки вузол-нащадок T_2 , отриманий з гілки для значення B , містить 4 спостереження, які належать до одного класу, то ентропія дорівнює 0, вузол оголошується листом, і подальше розгалуження для нього не проводиться.

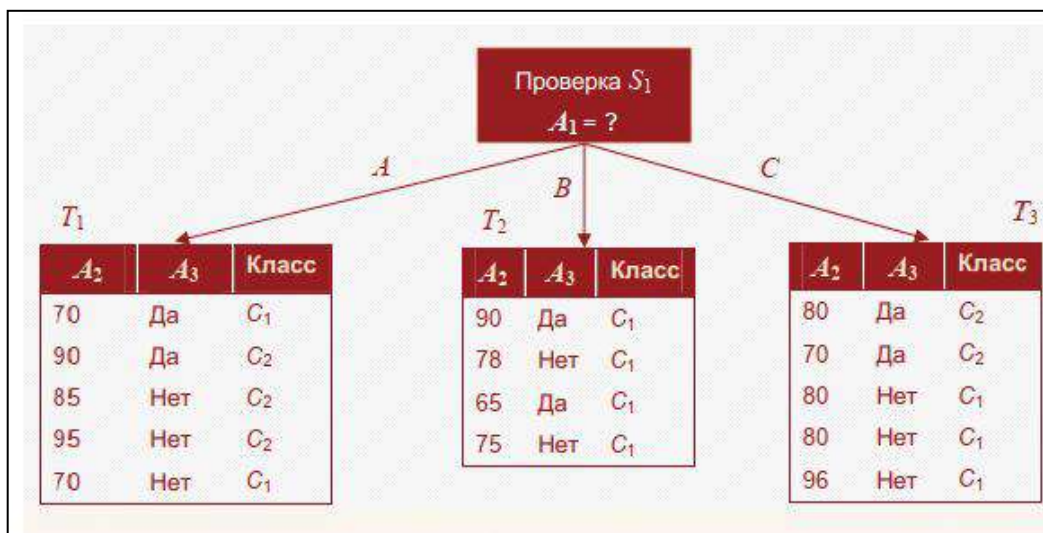


Рис. 2.9. Три гілки класифікаційного дерева (дані табл. 2.2)

Після початкового розбиття всі вузли-нащадки будуть містити по декілька спостережень з вихідної множини, і для кожного вузла потім буде повторений процес вибору атрибута розбиття й оптимізації порогу (якщо для розбиття використовується числовий атрибут).

Для вузла T_1 , що включає 5 спостережень, може бути зроблена перевірка за знайденими атрибутам. Опускаючи проміжні розрахунки, констатуємо, що оптимальне розбиття буде досягнуто за допомогою атрибута A_2 для альтернативних варіантів $A_2 \leq 70$ або $A_2 > 70$.

Оскільки безліч T_1 містить 5 спостережень, з яких два належать до класу C_1 , а три – до класу C_2 , то, відповідно до формули ентропії, можна записати:

$$InfoS_2(T_1) = - 2/5 \times \log_2(2/5) - 3/5 \log_2(3/5) = 0,97 \text{ біт}.$$

У разі використання атрибута A_2 для розбиття T_1 з порогом 70 отримаємо чисті вузли, тому:

$$InfoS_2(T_1) = 0.$$

Приріст інформації, забезпечений цим розбиттям, становитиме:

$$Gain(X_3) = 0,94 - 0 = 0,94 \text{ біта і буде максимальним.}$$

Аналогічно можуть бути виконані розрахунки і для підмножини T_3 . У ньому оптимальна перевірка за значеннями атрибута A_3 . Отже, будуть створені дві нові гілки, що відповідають значенням $A_3 = \text{Так}$ й $A_3 = \text{Немає}$. У результаті отримаємо дві однорідні підмножини, що містять спостереження одного Класу. Результуюче дерево подано на рис. 2.10.

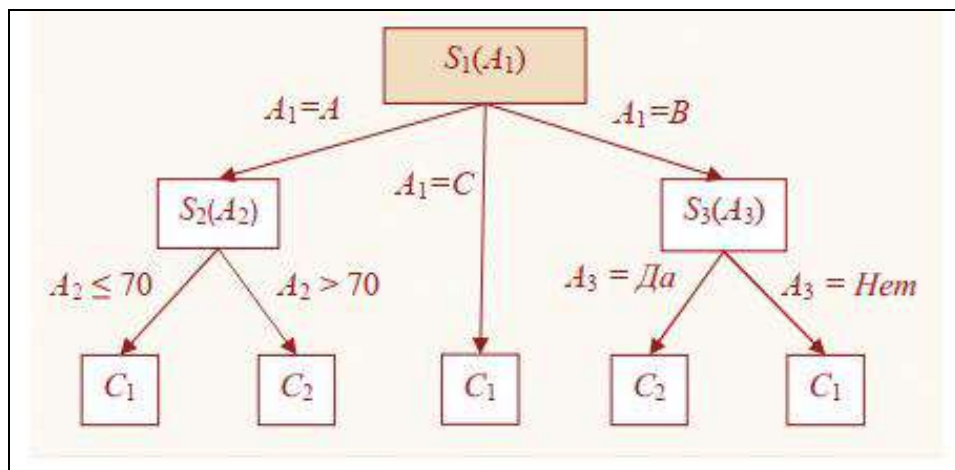


Рис. 2.10. Результуюче дерево класифікації

Практичне застосування класичного алгоритму ID_3 пов'язане з рядом проблем, характерних для моделей, заснованих на навчанні взагалі і дерев рішень зокрема. Основними з них є перенавчання та наявність пропусків у даних. Для їх ефективного подолання ID_3 був доопрацьований, у результаті чого з'явилося його розширення, назване $C4.5$.

Застосування класифікаційних методів Oracle Data Mining

Як уже зазначалося, *Oracle Data Miner* є опцією *Oracle Advanced Analytics*, дозволяє легко створювати і розгортати додатки для інтелектуального аналізу, які допомагають отримувати від інформаційних масивів нові знання для будь-якої галузі. Використовуючи можливості *Database 11g/12/18*, *Oracle* пропонує середовище *Oracle R Enterprise* для корпоративного класу додатків, розроблених за допомогою мови

статистичних досліджень і графічної візуалізації *R*, а також на кілька порядків збільшує обсяги даних, з якими можуть працювати ці додатки. *Oracle Advanced Analytics* в поєднанні з оптимізованими програмно-апаратними комплексами *Oracle Big Data Appliance*, *Exadata Database Machine* і *Exalytics In-Memory Machine* надає найповнішу й інтегровану в галузі платформу для аналізу «великих даних». З огляду на функціонування інформаційної системи ДФС України на платформі *Oracle* важливим аспектом концепції *Oracle Advanced Analytics* є переміщення алгоритмів аналітики до даних, що зберігаються в *Oracle Database 11/12g* і *Oracle Exadata*.

Традиційний підхід, як відомо, заснований на переміщенні даних до алгоритмів, вимагає додаткових витрат на вилучення даних зі сховищ, їх завантаження в *ПЕОМ* користувача-аналітика або на спеціалізовані сервери. На основі *Oracle Advanced Analytics* можна створювати аналітичні додатки в режимі реального часу, які допомагають отримувати відповіді на ключові питання бізнесу.

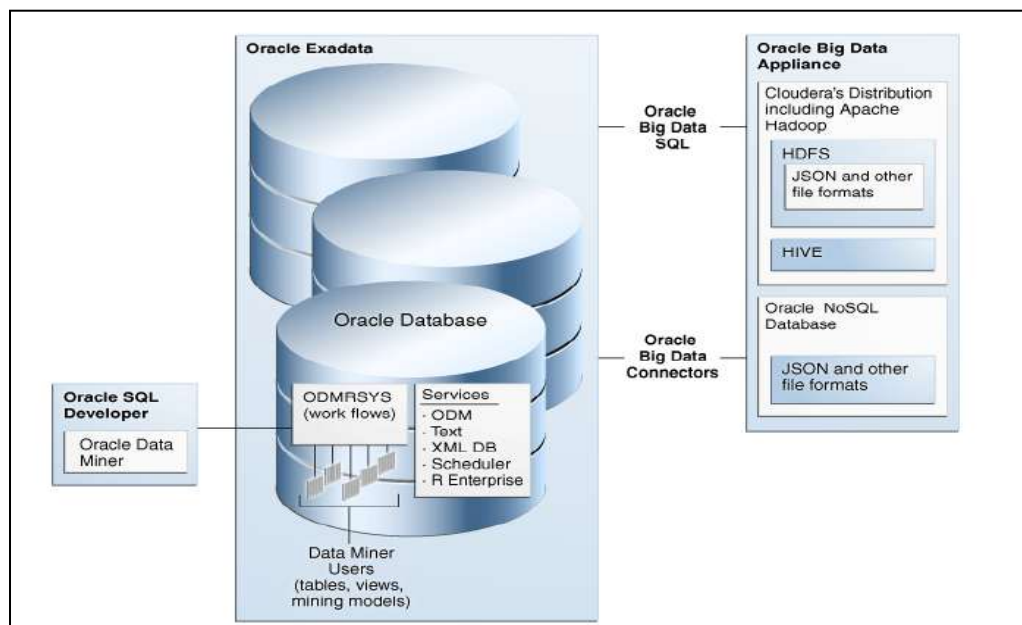


Рис.2.11. Oracle Data Miner як компонент платформи Oracle Database

Джерело: URL: <http://www.oracle.com>

Hadoop – це проєкт з відкритим вихідним кодом, що перебуває під управлінням *Apache Software Foundation* (<http://hadoop.apache.org/>). *Hadoop* використовується для надійних, масштабних і розподілених обчислень, але може також застосовуватися і як сховище файлів загального

призначення, здатних вміщувати петабайти даних. Багато компаній використовують *Hadoop* у дослідних і виробничих цілях. *Hadoop* складається з двох ключових компонентів: розподілена файлова система *Hadoop* (*HDFS*), яка відповідає за зберігання даних на кластері *Hadoop*; Система *MapReduce*, призначена для обчислення й обробки великих обсягів даних на кластері. На основі цих ключових компонентів створено декілька підпроектів, таких як *Pig*, *Hive*, *HBase* тощо.

На *рис. 2.12* показано *SQL Developer* як клієнтський додаток, який виконує *SQL* і *PL / SQL* на базі даних *Oracle*. *Oracle Data Miner* – один з інтегрованих компонентів в *Oracle SQL Developer*. Репозиторій *ODMRSYS* зберігає метадані та *API* в *БД*, які підтримують операції та адміністрування *Oracle Data Miner*. Репозиторій *Oracle Data Miner* підтримує декілька користувачів, використовує служби *Oracle Data Mining*, *Oracle XML DB*, *Oracle Scheduler* та *Oracle Text* в *Oracle Database Enterprise Edition*. *Oracle Exadata* має інтегровані засоби *Oracle Big Data SQL*, *Big Data Connectors* для використання потужних можливостей *Oracle Big Data Appliance*, *HDFS*, *HIVE*, *NoSQL*.

JSON (*JavaScript Object Notation*) – текстовий формат обміну даними, заснований на *JavaScript*. Як і багато інших текстових форм, *JSON* легко читається людьми. Формат *JSON* був розроблений *Дугласом Крокфордом*.

Oracle Data Miner підтримує такі алгоритми (*рис. 2.12*):

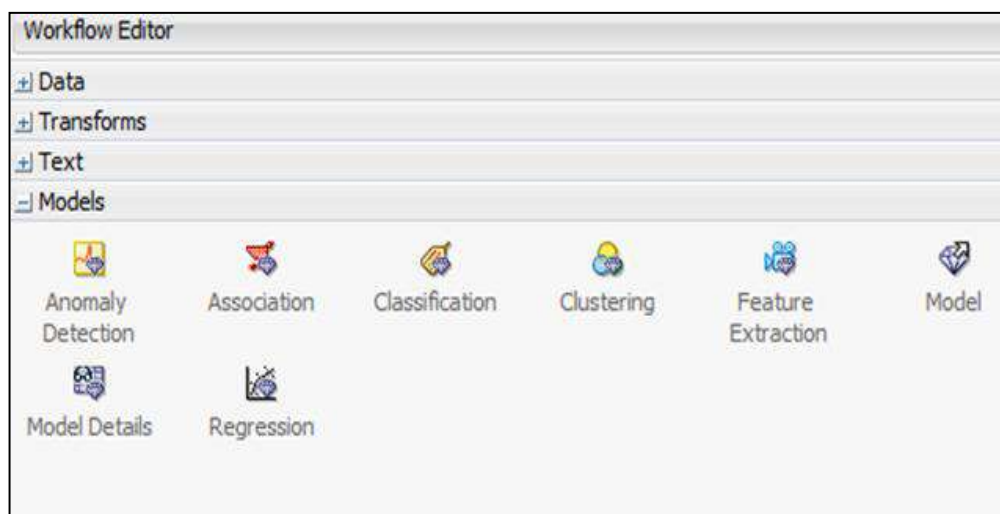


Рис. 2.12. Набір класів модулів інтелектуального аналізу Oracle Data Miner

Важлива особливість алгоритмів полягає в тому, що всі вони працюють безпосередньо в реляційній базі даних *Oracle* і не вимагають вивантаження і збереження даних у різних форматах. Зокрема, актуальними для інформаційно-аналітичної системи ДФС України є класифікаційні алгоритми, параметри яких можна динамічно змінювати, легко переналагоджувати.

(*ODM*) – працює безпосередньо на базі даних, уникаючи проблем, пов'язаних з переміщенням, дублюванням і захищенням даних, а також масштабістю інструментів. Більше того, *ODM* спочатку був розроблений так, щоб добре узгоджувався з *SQL*. Інші рішення потребують використання складних, громіздких інструментів і операцій у процесі пошуку закономірностей у схемі типу «зірка». Потрібно використовувати інструменти інтелектуального аналізу даних, необхідні для переведення даних з транзакційної форми у плоску, денормалізовану. *ODM* розроблений так, щоб вільно виконувати пошук закономірностей у схемі типу «зірка». Такий підхід робить його роботу найпростішою, дає в руки потужні інструменти і підвищує продуктивність.

Розглянемо приклад застосування опції *Oracle Data Mining* як надбудови *Oracle SQL Developer* для класифікації підприємств за ознаками збитковості і порівняємо такі методи класифікації: *Naïve Bayes*, *Decision Trees*, *Generalized Linear Models (GLM)*, *Support Vector Machine*.

Як навчальний масив, були використані знеособлені дані фінансового стану 152 підприємств, що були класифіковані за станом платоспроможності (збиткове/незбиткове підприємство) через 12 місяців після розрахунку фінансових коефіцієнтів.

Таблиця 2.3

**Статистика вибірки 152 підприємств
для побудови класифікаційних моделей**

№	Показники	Наприкінці року
1.	Підприємства, які будуть збитковими. Кількість підприємств, що були і залишилися збитковими, або були прибутковими і стали збитковими (у масиві даних – категорія «2»)	69
2.	Підприємства, що будуть прибутковими. Кількість підприємств, що були збитковими і стали прибутковими, або були і залишилися прибутковими (у масиві даних – категорія «4»)	83

Фінансові коефіцієнти, які використовувалися для побудови класифікаційних моделей: скоригований валовий дохід (*SVD*); коеф. рентабельності витрат (*KOVV*); коеф. рентабельності діяльності (*KOVD*); коеф. економічної ефективності (*KR3*); коеф. покриття (*KP3*); коеф. загальної ліквідності (*KZL*); коеф. абсолютної ліквідності (*KAL*); коеф. оборотності обігових коштів (*KOOK*); коеф. забезпечення власними оборотними коштами (*KZVOK*); коеф. оборотності дебіторської заборгованості (*KODZ*); коеф. оборотності кредиторської заборгованості (*KOKZ*); коеф. фінансової незалежності (*KFN*); коеф. фінансової стабільності (*KFS*).

На рис. 2.13 показано робочий простір моделювання у середовищі *Oracle SQL Developer*. Моделі створюються за допомогою конструктора, де відбираються потрібні дані, підключаються потрібні модулі і проводиться навчання методів.

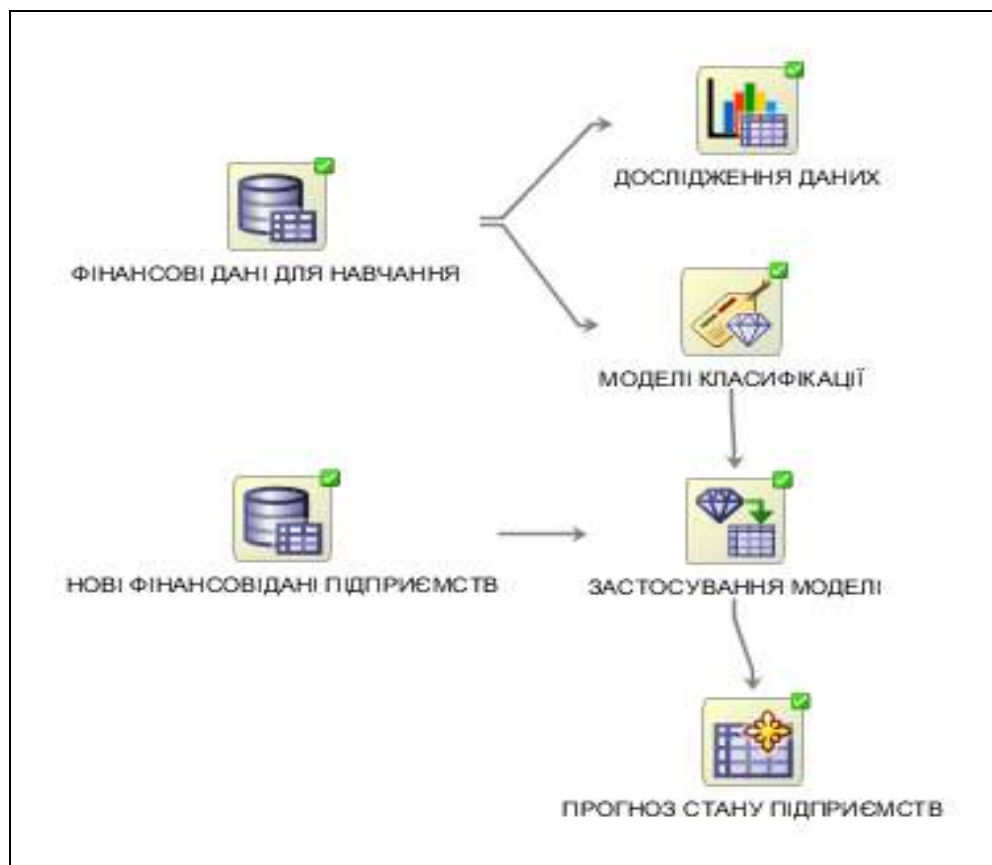


Рис. 2.13. Робочий простір Oracle Data Miner із сформованими класифікаційними моделями у середовищі Oracle SQL Developer

Performance Performance Matrix ROC Lift Profit				
Display: Compare Models				
Models	Correct Predictions %	Correct Predictions Count	Total Case Count	Total Cost
CLAS_NB_1_2	40	24	60	0
CLAS_GLM_1_2	56,6667	34	60	0
CLAS_SVM_1_2	56,6667	34	60	0
CLAS_DT_1_2	65	39	60	41,8352

Рис. 2.14. Порівняльний аналіз якості класифікаційних моделей у середовищі Oracle Data Miner

Порівняльний аналіз якості моделей у середовищі *Oracle Data Miner* показані на рис. 2.14. Кращу якість класифікації показує алгоритм дерева рішень «CLAS_DTY_1_2». Для прикладу наведено одне із отриманих правил, яке свідчить про те, що підприємства, у яких коефіцієнт загальної ліквідності має значення $\leq 0,57$, через рік можуть стати збитковими або залишитися збитковими із ступенем довіри 0,75.

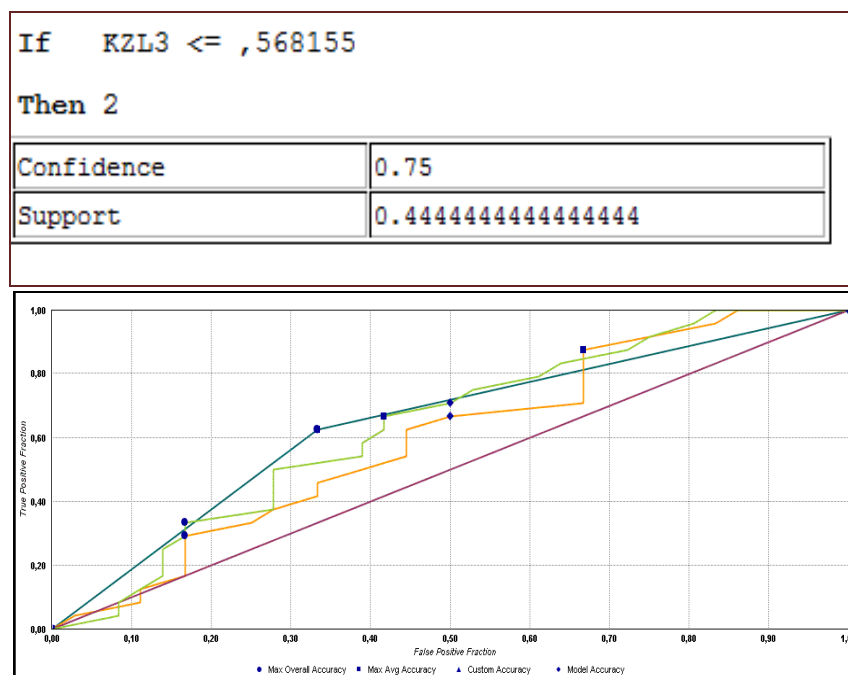


Рис. 2.15. Отримане класифікаційне правило за допомогою алгоритму дерева рішень та ROC крива

Враховуючи інтеграцію *Oracle Data Miner* з мовою *R*, вбудованість в інтерфейс *Oracle SQL Developer*, можливість генерації скриптів на *SQL/PL SQL*, цей компонент може бути ефективним засобом розширення функцій інформаційно-аналітичної системи ДФС України.

У цілому *Oracle Data Miner* є простим та логічним у використанні. Наявність вбудованого робочого простору (*Workflow*) дає можливість виконувати досить складну аналітичну обробку даних фактично без програмування. З недоліків можна відмітити відсутність гнучкого інструментарію для перетворення вхідних даних.

Список використаних джерел

1. Редич О. В. Оцінювання точок Лаффера на основі двопараметричного методу. *Проблеми впровадження інформаційних технологій в економіці: тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції*, Ірпінь, травень 2002 р. Ірпінь: Академія ДПС України, 2020. С. 91–96.
2. Редич О. В. Показники ефективності податків та їх економетричні моделі. *Науковий вісник Волинського державного університету імені Лесі Українки*. Луцьк. 2002. № 2. С. 444–448.
3. Шкуропат К. С., Редич О. В. Розширення прогностичних функцій АС «Податковий блок» на основі використання технологій Data Mining. *Збірник статей студентів ОКР «магістр» Навчально-наукового інституту інформаційних технологій та менеджменту Університету ДФС України*. Ірпінь: Університет ДФС України, 2016. 80, [46–55] с.
4. Сидор Марія-Василина В., Редич О. В. Елементи CRM системи ДФС України на базі технологій Data Mining. *Збірник статей студентів ОКР «магістр» Навчально-наукового інституту інформаційних технологій та менеджменту Університету ДФС України*. Ірпінь: Університет ДФС України, 2016. 80, [64–73] с.
5. Редич О. В., Романенко В. В. Суб'єктивна оцінка податкового навантаження як фактора ризику економічної безпеки України. *Теоретичні та прикладні питання економіки: збірник наукових праць*. Випуск 1 (34) / за заг. ред. проф. Ю. І. Єханурова, проф. Г. М. Філюк). К.: ТОВ «ЦП «КОМПРИНТ», 2017. С. 175–184.
6. Редич О. В. Управління податковим відомством на основі ключових показників ефективності. *Економічний вісник. Серія: Фінанси, облік, оподаткування*; УДФСУ. 2018. Випуск 2. С. 169–177.
7. Oleksandr Redych (2019). Decision-Making in the Management of the Tax Authorities on the Basis of Integrated Performance Indicators. *International Journal of Innovative Technologies in Economy*. DOI: 10.31435/rsglobal_ijite/30.04.2019/6454. С. 32–40.
8. Редич О. В. Імітаційне моделювання впливу податкового тиску на діяльність новостворених малих підприємств. *Міжнародний науковий журнал «Інтернаука»*. 2020. № 8. URL: <https://doi.org/10.25313/2520-2057-2020-8-6057>

2.4. Генерація ефективного програмного коду з UML-моделі у процесі розробки інформаційної системи

У розробці та впровадженні сучасних інформаційних систем (далі – *ИС*) бере участь багато фахівців різної кваліфікації, для яких однакове розуміння архітектури і функціональності є серйозною проблемою. Неодмінним етапом оптимізації процесу створення *ИС* виступає проєктування з метою побудови повних і несуперечливих функціональних та інформаційних моделей до початку написання відповідного коду. При цьому неодмінною умовою успішного завершення проєкту стає побудова попередньої моделі інформаційної системи як абстракції фізичної системи, що розглядається з певної точки зору і представлена деякою мовою або в графічній формі.

З точки зору загальних принципів системного аналізу та сама фізична система може бути представлена кількома моделями. При цьому призначення окремої моделі системи визначається характером розв'язуваної проблеми. Основна вимога до моделі інформаційної системи – вона повинна бути зрозуміла замовнику і всім фахівцям проєктної групи, включаючи бізнес-аналітиків і програмістів.

Досвід проєктування *ИС* показує, що це логічно складна, трудомістка і тривала за часом робота, що вимагає високої кваліфікації фахівців. Проєктування *ИС* виконується в основному на інтуїтивному рівні із застосуванням неформалізованих методів, заснованих на мистецтві, практичному досвіді, експертних оцінках і дорогих експериментальних перевірках якості функціонування *ИС*. Крім того, в процесі створення і функціонування *ИС* інформаційні потреби користувачів можуть змінюватися чи уточнюватися, що ще більше ускладнює розробку і супровід таких систем.

Процес розробки *ИС* ґрунтується на моделюванні діяльності підприємства, опису організації та методів ведення їх бізнесу, побудові архітектури системи і структури баз даних, обґрунтуванні системи математичних моделей і алгоритмів, реалізації користувальницького інтерфейсу і виборі технічних засобів.

Сьогодні у час розвитку індустрії інформаційних технологій складність *ИС* постійно зростає. Їх розробка та підтримка стає більш витратною за часом і використанням ресурсів.

Рішення проблеми спрощення та прискорення розробки програмних продуктів відбувається в основному в трьох напрямках: 1) розвиток організації процесу розробки ІС; 2) вдосконалення засобів розробки ІС; 3) застосування мов програмування з дедалі більшим рівнем абстракції.

Як останній підхід, варто окремо виділити графічні мови моделювання. Зазвичай їх використовують на етапі проєктування з використанням діаграм і безпосередньо як мову програмування (за компонентами графічної мови генерується виконуваний код і таким чином сама мова моделювання стає виконуваним кодом).

Під час проєктування складної інформаційної системи необхідно ділити її на все менші і менші підсистеми, кожен з яких можна вдосконалювати незалежно. Декомпозиція викликана складністю програмування системи, оскільки саме ця складність змушує ділити простір станів системи.

Відома методологія структурного проєктування «зверху донизу», коли на кожному кроці декомпозиції більш загальна діаграма конкретизується на ряд детальних діаграм.

Існує альтернативний спосіб декомпозиції – об’єктно-орієнтований, за яким світ подається сукупністю автономних діючих об’єктів, які взаємодіють один з одним, щоб забезпечити поведінку системи, і відповідає більш високому рівню. Отже, кожний об’єкт має свою власну поведінку і кожний з них моделює деякий об’єкт реального світу. Об’єкти щось роблять, і можна, пославши їм повідомлення, дати вказівку на виконання певного завдання.

Об’єктна декомпозиція має ряд переваг перед алгоритмічною:

1. Об’єктна декомпозиція зменшує розмір програмних систем за рахунок повторного використання загальних механізмів, що приводить до істотної економії виразних засобів.

2. Об’єктно-орієнтовані системи більш гнучкі і простіше еволюціонують згодом, тому що їх схема базується на стійких проміжних формах. Дійсно, об’єктна декомпозиція істотно знижує ризик під час створення складної програмної системи, оскільки вона розвивається з менших систем, у яких ми вже упевнені.

3. Об’єктна декомпозиція допомагає нам розібратися в складній програмній системі, пропонуючи розумні рішення щодо вибору підпростору великого простору станів.

У процесі проєктування складної системи важливі обидва способи декомпозиції. Однак не можна сконструювати складну систему одночасно двома способами, тим більше що ці способи, по суті, ортогональні. Необхідно почати поділ системи за одним підходом, а потім, використовуючи отриману структуру, спробувати розглянути проблему іншим способом.

З точки зору методології *ООАП* досить повна модель складної системи являє собою певну кількість взаємопов'язаних уявлень, кожне з яких адекватно відображає аспект поведінки або структури системи. При цьому найбільш загальними уявленнями складної системи прийнято вважати статичне і динамічне, які, в свою чергу, можуть поділятися на інші більш локальні і детальні.

Популярність об'єктно-орієнтованих технологій привела до появи уніфікованої мови моделювання (*Unified Modeling Language – UML*), яка виконує такі функції: 1) є мовою для опису взаємодій; 2) забезпечує достатню семантику, що дозволяє охопити важливі стратегічні і тактичні рішення; 3) пропонує конкретну форму, що допомагає аналізувати предметну область, а засобами моделювання втілювати описані ідеї [1].

UML була створена не тільки як інструмент специфікації системи, вона позиціонується також як інструмент, який дозволяє автоматично генерувати код з діаграм *UML*. З часу стандартизації *UML* розроблено багато різних інструментів *CASE*, які рекламуються як більш-менш здатні генерувати програмний код з моделі системи.

У стандарт *UML* входять 13 типів діаграм. Через те, що самі діаграми взаємопов'язані, опис програми за допомогою всіх цих діаграм є надмірним. Тому для потреб кодогенерації зазвичай використовується лише деяка підмножина мови *UML* [2].

Під час використання *UML* проєктування супроводжується розробкою моделі, різні аспекти якої представляються у вигляді *UML*-діаграм. За допомогою генерації програмного коду з *UML*-діаграм процес перетворення будь-яких алгоритмів, виражених у діаграмах *UML*, у виконуваний модулі машинною мовою може бути спрощений.

Незважаючи на високий рівень *IT*-технологій, проблеми розробки *IS* до сьогодні не вирішені повністю. Особливо актуальним залишається кодогенерація на основі моделі *UML*. Це обумовлено технологічною різноманітністю і потребою у перепроєктуванні програмного коду *IS* у разі будь-якої зміни в технологічній архітектурі. А також

навіть якщо проблемна сфера описується за допомогою *CASE*-інструментів, це не вирішує проблему, тому що створені моделі не більше ніж документація і не завжди можуть бути трансформовані у виконуваний програмний код. Більш того, додаткові вимоги реалізуються безпосередньо в коді, міняючи системну документацію, а отже, не задовольняють вимоги. Існує фундаментальна проблема розробки програмного коду *IC* – «семантичний розрив» між моделями і мовою програмування, який ускладнює перетворення опису предметної області у виконуваний код [3].

Усі діаграми *UML* взаємопов'язані між собою, і опис системи за допомогою сукупності всіх діаграм є надмірним. З цієї причини для генерації коду здійснюється відбір діаграм, за якими проводиться генерація. Найчастіше тіла функцій визначають з діаграм станів, проте їх виразна можливість невисока.

Відомо, що діаграми дій краще підходять для цілей опису семантики довільних процесів і вони найкраще можуть проявитися в разі застосування *UML* як мови програмування. Одне з важливих застосувань діаграми діяльності в *UML* – це опис процедурного і паралельного програмування. На цей момент лише деякі *CASE*-засоби здатні генерувати код за діаграмою діяльності. У разі генерації коду з цієї діаграми може виникнути нетривіальна проблема її неструктурованості, тобто неможливості відображатися безпосередньо на структурні конструкції текстових мов програмування. Це проявляється за наявності таких помилок в їх структурі: 1) відсутність термінальних вершин або множинність термінальних вершин одного класу; 2) наявність нескінченних циклів; 3) недосяжність кінцевої вершини з початкової або наявність вершин, з яких відсутній шлях у кінцеву вершину; 4) семантична помилка в діаграмі, яка полягає у відсутності змін у тілі циклу значень змінних, що визначають умови завершення циклу. Генерація коду за неструктурованою діаграмою діяльності подібна на елімінацію оператора *GOTO* в компіляторах.

UML надає більш широкі можливості з моделювання й опису об'єктів, класів і відносин, тому на етапі генерації коду необхідно вирішити ряд проблем з інтерпретації *UML*-сутностей у програму. Наприклад, *UML* надає 7 видів відносин між класами [4]:

1. *Асоціація* – відношення між класами об'єктів, яке дозволяє одному примірнику об'єкта викликати іншого, щоб виконати дію від його імені. Фактично, якщо об'єкт *A* асоційований з об'єктом *B*,

означає, що об'єкту *A* відомий об'єкт *B* (в *C++* це відношення можна інтерпретувати через покажчик на об'єкт *B* в об'єкті *A*).

2. *Залежність* – відношення між класами об'єктів, яке зазначає, що один об'єкт використовує інший (залежить від нього) (в *C++* це відношення явно ніяк не оголошується).

3. *Агрегація* – відношення «частина-ціле» між двома рівноправними об'єктами, коли один об'єкт (контейнер) має посилання на інший об'єкт. Обидва об'єкти можуть існувати незалежно: якщо контейнер буде знищений, то його вміст – ні (у *C++* це інтерпретується також через покажчик на об'єкт).

4. *Композиція* (агрегування за значенням) – більш чіткій варіант агрегування, коли вміщений об'єкт може існувати тільки як частина контейнера. Якщо контейнер буде знищений, то і вміщений об'єкт теж буде знищений (у *C++* вміщений об'єкт буде просто полем класу-контейнера).

5. *Успадкування* – відношення наслідування. Це відношення означає, що якщо об'єкт *Еліпс* успадковується від об'єкта *Фігура*, то об'єкт *Еліпс* є об'єктом *Фігура* (це відношення повністю підтримується мовою *C++*).

6. *Шаблонний клас* є класом, за допомогою якого можна згенерувати звичайний клас, підставивши свій тип даних (підтримується мовою *C++*).

7. *Визначення інтерфейсу* – оскільки *UML* розділяє класи й інтерфейси, то успадкування та реалізацію інтерфейсу як відношення також розділяє (у *C++* семантично успадкування і реалізація інтерфейсу не відрізняються).

Також *UML* визначає декілька видів відносин з кожного боку:

✓ «0..1» – немає примірників або лише один (реалізувати це в *C++* можна за допомогою *boost::optional* або *std::optional*, починаючи зі стандарту *C++ v.17*);

✓ «1» – один екземпляр (у *C++* реалізація здійснюється через посилання);

✓ «0..*» – нуль або більше примірників (у *C++* можна задіяти *std::vector*);

✓ «1..*» – один або більше примірників (у *C++* можна використовувати *std::vector* з перевіркою в конструкторі на стан масиву).

Достатньо відповідною до життєвого циклу програмного коду *IC* виступає архітектурна концепція на основі модельно-орієнтованого підходу *Model-Driven Architecture (MDA)* до розробки проєкту, яка була запропонована консорціумом *OMG*. *MDA* є певним узагальненням ідей *SOA*, з одного боку, і повторно використовуваних програмних компонент (шаблонів, патернів) – з іншого. Моделі в *MDA* є ключовими артефактами на всіх етапах розробки *IC*.

В основі *MDA* лежать такі принципи [5, 6]:

1. Основою для розробки додатків масштабу підприємства є детальні моделі із загальноприйнятою нотацією, так звану незалежну моделью обчислень (*Computational Independent Model, CIM*).

2. Побудова *ПП* здійснюється відповідно до рамкової системи моделей, які дозволяють відокремити бізнес-логіку додатків від конкретної реалізації. Вихідною є *CIM*, яка шляхом послідовних трансформацій через платформно-незалежні (*platform independent model, PIM*) і платформно-орієнтовані моделі (*platform specific model, PSM*) автоматично або з мінімальною участю програміста переводиться до моделей, специфічних для реалізації (*Implementation Specific Model, ISM*), тобто до виконуваного коду і відповідних структур даних.

3. Існує формальний опис використовуваних моделей на основі системи метамodelей (зокрема, для таких областей, як розподілені обчислення і транзакції, операції в реальному часі тощо).

4. Прийняття і широке використання цього підходу ґрунтується на відкритості промислових стандартів і відповідних засобів розробки.

У відповідності з методологією *MDA* пропонується побудувати чотири базові моделі для розробленої системи (*CIM, PIM, PSM, ISM*) (рис. 2.16).

Базові моделі для розробленої системи відповідають таким рівням: 1) *проблема* (рівень проблемної області – незалежна обчислювальна модель *CIM*, що відображає бізнес-логіку і її моделі); 2) *рішення* (рівень цього домену – незалежна від платформи модель *PIM*, яка відображає аналітичні та дизайнерські моделі розроблюваної *IC*); 3) *програмне забезпечення* (рівень програмної області – одна або декілька платформно-орієнтованих моделей *PSM*, які відображають детальні проєктні моделі розроблюваної *IC*); 4) *реалізація* (рівень домену – одна або декілька моделей, специфічних для реалізації *ISM*, які відображають моделі впровадження і виконання).

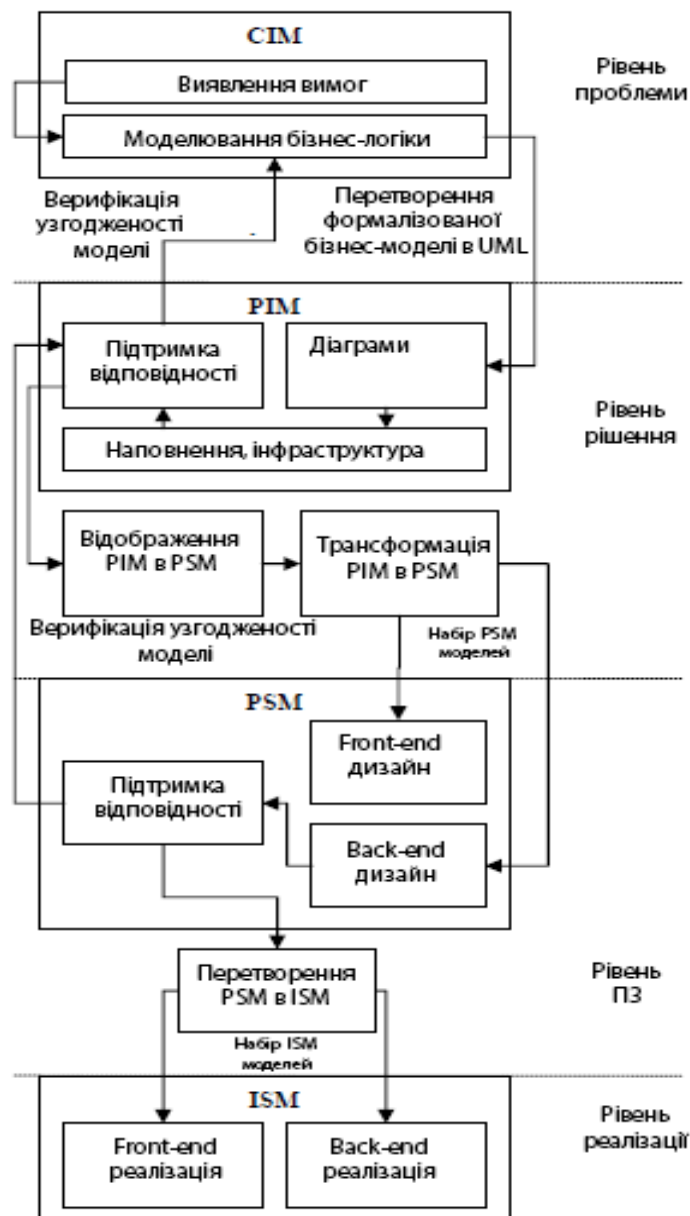


Рис. 2.16. Чотири базові моделі для системи, що розробляється

Компоненти методу *MDA* представляють всі дії, включені в процес розробки *IC*. Залежність від обміну інформацією, яка імпортується чи експортується з одного компонента в інший, записується в стрілки між компонентами.

Процес, який перетворює одну модель в іншу, називається трансформацією. Перетворення *CIM* у *PIM* зазвичай виконується вручну. Що стосується перетворення *PIM* для *PSM*, а також *PSM* для *ISM*, розробники *ІІІ* намагаються виконати його автоматично.

Перетворення *PIM* у *PSM* набагато легше виконувати порівняно з перетворенням *PSM* в *ISM*, оскільки в першому випадку використовуються аналогічні модельні форми (графічні), у другому – графічна

модель перетворюється безпосередньо в текст. Цей рівень зазвичай називають «*генерацією коду*».

У рамках такого підходу спочатку створюється архітектура, яка описує модель бізнес-функціональності і поведінки *ІС* незалежно від технічних деталей реалізації. Ця розробка повинна вестися в контексті всієї корпоративної архітектури організації. На основі цієї незалежної моделі може бути розроблена одна або декілька орієнтованих моделей відповідно до платформи, що використовується і підтримується організацією. Вже на основі цих платформо-орієнтованих моделей розробляється код конкретної *ІС*.

Цей підхід не визначає, які мови розробки, операційні системи або програмне забезпечення проміжного шару будуть використовуватися на практиці. Навпаки, акцент робиться на опис того, як прикладні системи організовані з точки зору процесів і як вони інтегровані між собою. Після того, як ці високорівневі зв'язки визначені, можуть використовуватися відповідні засоби для розробки програмного коду з використанням конкретних мов і програмного забезпечення проміжного шару. Отже, процес дозволяє скоротити цикл розробки *ІС* і водночас надає гнучкість і можливість швидкого внесення змін.

Досить складно генерувати поведінковий вихідний код автоматично, тому що є багато способів передати поведінку, представлену на діаграмі. Зазначаючи про поведінковий вихідний код, варто мати на увазі вихідний код, який не потребує подальшої модифікації або розширення, добре сформований і може бути скомпільований компілятором. У зв'язку з цим розробка генератора, що підтримує всі можливості, ускладнена.

Методологія *MDA* не описує, які діаграми програмісти повинні використовувати, щоб моделювати функціональність і поведінку. Звичайно, це залежить від конкретної ситуації, яка потрібна програмісту. Однак є підмножина діаграм, які можуть бути застосовані до більшості систем, оскільки деякі аспекти є загальними. Наприклад, у кожній системі є дії. У результаті діаграма активності завжди застосовна.

З оголошенням організацією *OMG* концепції *MDA* були розроблені теоретичні основи технології генерації коду, практична ж сторона почала відставати. Нині існує багато різних стандартів, пов'язаних з генерацією коду, але жоден з методів не здатний надати вичерпні рекомендації про те, як перетворити розроблені діаграми в практику.

Можна виділити два основні підходи до генерації коду: 1) *visitor-based* (заснований на відвідувачах); 2) *template-based* (заснований на шаблоні) [6].

Сутність підходу, заснованого на відвідувачах, полягає в тому, що код генерується під час ітерації за допомогою текстового представлення моделі.

Шаблонний підхід передбачає написання спеціальних шаблонів, які в основному являють собою набір правил. Ці правила визначають спосіб генерації коду з будь-якої конкретної моделі. Цей підхід частіше використовується, тому що він може забезпечити більш складне і «бажане» генерування коду. Однак істотним недоліком такого підходу є те, що з удосконаленням комп'ютерної системи шаблон може швидко стати занадто складним. Саме тому доцільно модифікувати цей підхід для систем, які обробляють значну кількість даних для виконання різних наборів завдань. Також було б доцільно використовувати такий підхід у поєднанні з першим.

Можна виділити п'ять різних типів генераторів коду:

1. *Codemunger*. Генератор аналізує вхідні дані, виділяє важливі функції (ключові слова, теги тощо) і використовує їх для створення вихідних файлів.

2. *Розширювач Inline-коду*. Генератор аналізує вхідний код і після знаходження обумовленої розмітки вставляє розроблений фрагмент коду. Варто зауважити, що слова розмітки можуть викликати помилки компіляції, і навіть якщо розмітка присутня в формі коментарів, вихідний код не являтиме собою повний виконуваний код.

3. *Генератор змішаного коду*. Він являє собою комбінацію двох попередніх типів. Різниця полягає в тому, що вихід генератора можна використовувати як вхід (модифікації виконуються у вхідному файлі).

4. *Генератор класу*. Він базується на файлах визначень і шаблонів. Аналізуючи файл визначення, заповнюється шаблон і виводиться результат. Вихід генератора залежатиме від інформації у файлі визначення. Генератор класу використовується для генерації базових структур або базових класів, які згодом оновлюються вручну з остаточною функціональністю.

5. *Генератор рівня*. Він подібний на генератор класу, за винятком того, що бере на себе зобов'язання повністю генерувати один рівень *n-рівневого* додатку. Це означає, що згенерований код має достатньо функціональності для робочого рівня, а не тільки базових класів.

Генерація коду передбачалася в перших інструментальних засобах з діаграми класів (генерувалися каркаси класів, які згодом потрібно було визначати), проте недоліком таких рішень було те, що в кожному редакторі потрібно було розбиратися в особливостях побудови *UML*-моделей і генерації коду. Результат одного редактора великою мірою відрізнявся від іншого [4].

CASE-засіб StarUML2, наприклад, генерує код за такими правилами:

1. *UMLPackage* – перетворюється в директорію в проєкті *C++*.
2. *UMLClass* – перетворюється у звичайний клас *C++*. Оголошення цього класу здійснюється в *.h*-файлі; визначення – в *.cpp*-файлі; видимість класу за замовчуванням – *protected*. Підтримуються модифікатори *isFinalSpecialization* і *isLeaf*, які перетворюються в ключове слово *final*, що введений у *C++*, починаючи зі стандарту *C++v.11*. Автоматично генерує порожній конструктор за замовчуванням.
3. *UMLAttribute* – перетворюється в поле класу. Видимість поля за замовчуванням *protected*. Ім'я атрибута перетворюється в ім'я поля. Тип атрибута перетворюється в тип поля. Якщо атрибут має модифікатор *multiplicity*, то в *C++* поле класу буде вектором. *isStatic* перетворюється у статичне поле класу. *isLeaf* перетворюється в ключове слово *final*. Значенням атрибута *defaultValue* ініціалізується поле даних.
4. *UMLOperation* – перетворюється в метод. Видимість методу за замовчуванням *protected*. Підтримується модифікатор *isAbstract*, у такому випадку метод буде віртуальним. Підтримується модифікатор *isStatic*. У разі якщо немає значення, що повертається, встановлюється *void*. Підтримується модифікатор *isReadOnly*, встановлюється модифікатор *const* у *C++*-коді.
5. *UMLInterface* – перетворюється в *C++*-клас. Оголошення класу здійснюється в *.h*-файлі. Видимість класу за замовчуванням *protected*. Усі методи класу будуть суто віртуальними.
6. *UMLEnumeration* – перетворюється в *C++*. Визначається в окремому *.h* файлі. Видимість за замовчуванням *protected*. Літерали в перерахуванні перетворюються в *C++*-літерали.
7. *UMLAssociationEnd* – перетворюється в *C++*-поле. Видимість поля за замовчуванням *protected*. Якщо асоціація одна з таких: *0..**, *1..**, ***, тоді буде використаний *C++ vector (std::vector <T>)*. Значення за замовчуванням також підтримується.

8. *UMLGeneralization & UMLInterfaceRealization* – перетворюється в успадкування C++. Підтримується як «*UMLClass to UMLClass*» і «*UMLClass to UMLInterface*».

При цьому *StarUML2* підтримує багато мов і генерує порожні класи і функції. Визначення, файл проєкту і точку входу в додаток потрібно створити самому користувачеві.

Visual Studio корпорації *Microsoft*, наприклад, підтримує генерацію тексту програми за UML-моделлю тільки для мови C# і використовує обмежений набір UML-типів (клас, інтерфейс). Усе інше користувач може сам налаштувати за допомогою шаблонів [7].

Можливо рішення, яке зможе врахувати логіку виконання, поведінку об'єктів і реалізувати їх – спосіб перетворення діаграм UML в тексти на мовах програмування через подання на мові XMI. Основні інструменти проєктування на UML забезпечують перетворення діаграм у це подання.

Процес розробки може виглядати так: проєктувальник створює UML-діаграми системи в будь-якій програмі проєктування, що підтримує експорт UML-моделей у XMI; програма конвертації приймає на вхід цей XMI-файл і генерує C++ код на основі діаграм.

Специфікація XMI була розроблена консорціумом *OMG* на основі мови XML як засіб стандартного подання UML-моделей. XMI часто застосовується як формат обміну UML-моделями між програмами, що забезпечують роботу з UML, але не сумісним між собою за внутрішнім поданням моделей і за форматом їх зберігання у вигляді файлів. Формат XMI підтримують такі засоби, як *Rational Software Architect*, *ArgoUML*, *StarUML*, *Enterprise Architect* [2].

З огляду на все вищесказане, можна зробити висновок, що мовою UML спроектована IC відображається досить глибоко і різнобічно. Можна відображати не тільки структурні, а й діаграми поведінки, а це відкриває широкі можливості для проєктувальників і програмістів, зокрема, для обміну проєктами і швидкої розробки складних програм.

Більшість інструментів не можуть генерувати поведінковий вихідний код, тому що вони генерують вихідний код виключно з діаграм класів. Саме тому програмісти змінюють такий згенерований код відповідно до вимог. Вихідний код, доданий вручну, буде втрачено, якщо ці програмісти знову згенерують вихідний код або їм доведеться робити багато копіювань і вставлень, що може призвести до помилок.

Тільки деяким інструментам, таким як *Fujaba2* і *MetaEdit3*, вдається генерувати поведінковий вихідний код, який також є виконуваним. *Fujaba* використовує *UML* в поєднанні з доменною мовою для вбудованих систем реального часу. *MetaEdit* отримує таку можливість за допомогою мета моделювання, використовуючи предметно-орієнтовану мову. У результаті програмістам не доводиться модифікувати згенерований код [6].

Крім наведених вище, сьогодні для генерації коду на основі *UML*-моделі широко застосовуються такі значні за функціоналом середовища розробки, як *IBM Rational Software Architect (RSA)*, *Sparx Enterprise Architect*, *MS Visual Studio*, *Eclipse*.

На сьогодні існує чимало можливостей вибору мови програмування в процесі генерації коду з діаграм *UML*. Здебільшого цільова мова програмування має дотримуватися об'єктно-орієнтованого підходу. Нині є можливості для генерації коду такими мовами програмування: *C++ (RSA)*, *Java (RSA)*, *C# (Visual Studio)*, *Python (PyUML, Epydoc, PyNSource)*, *PHP (ArgoUML)*, *JavaScript (Gliffy)*, *Ruby (Rail Roady, UML Me Rails)*, *Perl* та ін.

Тестові дослідження щодо перетворення *UML*-моделі в програмний код з використанням будь-яких інструментів (*Sparx Enterprise Architect*, *Visual Paradigm* і *Microsoft Visual Studio 2010*) показали різні результати. Були тести, які показали правильний результат, тоді як інші зазнали невдачі, і навпаки. Аналіз результату перетворення показує, що якість згенерованого вихідного коду досі ще низька. Тільки 14 % (у *Sparx Enterprise Architect*), 18 % (у *Visual Paradigm*) і 18 % (у *Visual Studio*) виявилися правильними [6].

IBM Rational Software Architect – середовище розробки і моделювання, яке використовує *UML* для проектування архітектури додатків і вебсервісів. *RSA* була створена за допомогою фреймворку відкритого програмного забезпечення в середовищі розробки *Eclipse* і включає в себе можливості, які сфокусовані на архітектурному аналізі коду, концепції *MDD* для створення стійких додатків і вебслужб.

Зв'язки *UML*-моделей з програмним кодом у *Rational Software Architect* визначаються тільки для діаграм класів *UML* і задаються в трансформаціях [2]. Трансформація може бути створена як *UML-to-Java* або *Java-to-UML*. Те, як трансформація створена, вважається в подальшому її основною функціональністю. Зворотний варіант трансформації також підтримується, але управляється вибором однієї з

таких трьох опцій: *Reconciled* (синхронізація), *Conceptual* (генерація і синхронізація не тільки в одну, головну сторону), *Mixed* (змішаний варіант, визначений тільки для *UML-to-Java*, дозволяє синхронізувати лише деякі класи, вважаючи, що інші класи в *UML*-моделі є абстрактними, концептуальними і не мають проєкцій у код).

У процесі еволюції інструментального комплексу *Rational Software Architect* були створені етапні версії: v7.0, v7.5, v8.0, v8.5, v.9.0 [8, 9, 10, 11].

Для підготовки компетентних фахівців зі спеціальності 122 «Комп'ютерні науки та інформаційні технології (ІТ)» комплекс *Rational Software Architect* (v7.0., v7.5 і v.9.1.1) впроваджено в навчальний процес на кафедрі інтелектуальних управляючих на обчислювальних систем (ІУОС) ННІ ІТ Університету ДФС України для виконання лабораторних, курсових і дипломних робіт [12].

Використання моделей як основного артефакту впродовж усього життєвого циклу розробки інформаційних систем дозволяє автоматизувати велику частину роботи, яка за традиційним підходом виконується вручну. Найбільш відомим представником модельно-орієнтованого підходу є *Model-Driven Architecture*, основна можливість якого проявляється у відокремленні логіки предметної області від конкретної технології реалізації, дозволяючи цим двом частинам змінюватись незалежно одна від одної.

Реалізація технології генерації коду з *UML*-моделі під час розробки проєктів надає такі переваги: 1) прискорення розробки за рахунок автоматичної генерації типових фрагментів коду; 2) читання проєктів та навігація за *UML*-діаграмами значно прості, ніж читання вихідних текстів у файлах; 3) легкість модернізації за рахунок швидкого відстеження усіх зв'язків між об'єктами.

Розглянуто проблеми генерації вихідного програмного коду, зокрема: 1) «семантичний розрив» між моделями і мовою програмування, який ускладнює перетворення опису предметної області у виконуваний код; 2) неможливість у процесі кодогенерації деяких діаграм відображатись безпосередньо у структурні конструкції текстових мов програмування; 3) наявні неоднакові інтерпретації *UML*-сутностей у програмі.

Для створення *UML*-моделі і генерації на її основі коду програмного продукту широко застосовується інструментальний пакет *IBM Rational Software Architect*. Інструментальний пакет *Rational*

Software Architect (v7.0, v7.5 i v.9.1.1) впроваджено в навчальний процес на кафедрі ІУОС ННІ ІТ Університету ДФС України у процесі виконання лабораторних, курсових і дипломних робіт.

Один із варіантів подальших досліджень проблем генерації коду – пошук ефективних комбінацій існуючих методів генерації програмного коду.

Список використаних джерел

1. Дудзяний І. М. Об'єктно-орієнтоване моделювання програмних систем: навчальний посібник. Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007. 108 с.
2. Холтыгина Н. А., Кознов Д. В. Обзор реализации механизма циклической разработки диаграмм классов и кода современных UML-средствах. *Системное программирование*. Вып. 5. 2010. URL: www.math.spbu.ru/user/dkoznov/papers/KholtyginaKoznov.pdf
3. Бузовский О. В., Алещенко А. В. Разработка системы генерации кодов по графическим схемам алгоритма с промежуточным языком трансляции. *Технологический аудит и резервы производства*. 2015. № 4/2(24). С. 15–19. URL: [https://docplayer.ru/72265092-Razrabotka-sistemy-generacii-kodov-po-graficheskim](https://docplayer.ru/72265092-Razrabotka-sistemy-generacii-kodov-po-graficheskim-skhemam-algoritma-s-promezhitocnym-jazykom-transljacii.html)
4. Ерохин М. В. Конверсия с UML в язык программирования. *Современные информационные технологии и ИТ-образование*. 2016. Том 12, № 2. С. 181–185. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/konversiya-iz-uml-v-yazyk-programmirovaniya>
5. Катаєва Є. Ю., Заспа Г. О., Форостянов Р. В. Модельно-орієнтований підхід до розробки програмного забезпечення. Інформаційні технології проектування; ЧДТУ. Черкаси, 2013. С. 137–143. URL: <http://journals.urau.ua/urss/article/view/41005>.
6. Bajovs A., Nikiforova O., Sējāns J. Code Generation from UML Model: State of the Art and Practical Implications. *Applied Computer Systems*. Vol.14, 2013, pp. 9–18. ISSN 2255-8683. e-ISSN 2255-8691. Available from: doi:10.2478/acss-2013-0002. URL: <https://ortus.rtu.lv/science/lv/publications/15951/fulltext.pdf>
7. Создание кода на основе схем классов UML. Visual Studio 2015. URL: <https://docs.microsoft.com/.../visualstudio/.../generate-code-from-uml-class-diagrams?>
8. Арнольд Стив. Что нового в IBM Rational Software Architect 8.0. 17.10.2011. URL: <http://www.interface.ru/home.asp?artId=26907>
9. Все о Rational Software Architect. URL: https://www.fi.upm.es/catedra-ibmrational/sites/www.fi.upm.es/catedra-ibmrational/files/ProtocoloInstalacion_0.pdf
10. Rational Software Architect, Version 7.0. URL: <http://www-01.ibm.com/support/docview.wss?uid=swg240-38398>
11. Rational Software Architect 9.1.1. URL: <http://www-01.ibm.com/support/docview.wss?uid=swg27010908>
12. Постіл С. Д. Проектна педагогічна технологія на основі міждисциплінарного інформаційного моделювання. *Фізико-математична освіта : науковий журнал*. 2017. Випуск 4 (14). С. 261–266. URL: <http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua>

2.5. Технологія створення наскрізного індивідуального проєкту на основі міждисциплінарного інформаційного моделювання

Вітчизняна інженерна освіта у сфері інформаційних технологій (IT) трансформується на основі нової технології освіти (концепції CDIO) та сучасних педагогічних технологій: 1) змішаної очно-дистанційної і дуальної; 2) інтегративної, що включає міждисциплінарні і трансдисциплінарні підходи, методи синергетики; 3) проєктної, що включає практико-орієнтовані і проблемно-орієнтовані підходи, метод проблемного навчання; 4) пірінгової.

За концепцією CDIO (*Conceive-Design-Implement-Operate*) студентам надається освіта, яка формує інженерні основи, викладені в контексті життєвого циклу реальних систем, процесів і продуктів: «Задумай (Ідея) – Спроєктуй (Проєкт) – Реалізуй (Реалізація) – Керуй (Управління, Експлуатація)». Концепція CDIO передбачає три загальні цілі навчання студентів: 1) глибокі практичні знання технічних основ професії; 2) майстерність у створенні й експлуатації нових продуктів і систем; 3) розуміння важливості і стратегічного значення науково-технічного розвитку суспільства. Випускник вишу повинен не просто розуміти і вміти грамотно входити в діючий процес, але і вміти провести проєкт від початку і до кінця: від ініціації ідеї до впровадження (включаючи поствиробничий супровід) [1].

Технологія створення наскрізного індивідуального проєкту на основі міждисциплінарного інформаційного моделювання дозволяє сфокусувати увагу студентів на аналізі, дослідженні та вирішенні будь-якої конкретної проблеми, що стає відправною точкою в процесі навчання.

Для опису концепції CDIO були прийняті 12 стандартів, які відображують досвід кращих міжнародних практик в інженерній освіті [1]: 1) філософію програми, яка визначає контекст інженерної освіти; 2) деталізовані результати навчання з розвитку особистісних та комунікативних навиків зі створення продуктів, процесів та систем; 3) інтегровані навчальні проєкти, які передбачають міждисциплінарний взаємозв'язок конкретних дисциплінарних знань з їх застосуванням в інженерній діяльності; 4) стимулювання інтересу та збільшення мотивації студентів до вибору напряму навчання, наукової діяльності;

5) послідовне отримання досвіду проєктно-реалізуючої діяльності з поступовим підвищенням рівнів складності, що формує фундамент, на якому виникає можливість побудови глибокого концептуального розуміння та засвоєння дисциплінарних навичок; 6) опис вимог освітньо-виробничого простору, що сприяють розвитку компетентностей зі створення продуктів, процесів та систем; 7) інтегроване навчання, яке може бути реалізоване тільки через відповідні педагогічні методики та технології, що сприяють засвоєнню дисциплінарних знань одночасно з розвитком особистісних і комунікативних компетентностей та навиків зі створення продуктів, процесів і систем; 8) активні методи навчання, які є практико-орієнтованими та передбачають залучення студентів безпосередньо: в управління, застосування, аналіз та оцінку ідей і зміст дисципліни; в процес розв'язання проблем, моделювання та аналіз ситуації. Це суттєво підвищує мотивацію до досягнення результатів навчання за програмою та формує навички навчання упродовж життя; вміння знаходити взаємозв'язки в ключових концепціях; сприяє застосуванню цих знань у нових умовах; 9–10) надбання та вдосконалення *CDIO*-компетентностей викладачів, зокрема в забезпеченні інтегрованого навчання та нових методів і ефективних технологій оцінювання під час навчання студентів; 11–12) оцінювання рівня засвоєння студентами особистісних та міжособистісних навиків; навиків створення продуктів, процесів та систем, а також дисциплінарних знань, результатів навчання та програми в цілому.

Основоположними характеристиками технології виступають [2]: концентрація на особистісному розвитку студента і професійно орієнтованій діяльності, що є значущими для нього; індивідуальний темп роботи над проєктом; комплексність, що сприяє збалансованому розвитку психічних і фізіологічних функцій; універсальність застосування багажу знань у різних ситуаціях, що допомагає глибше й усвідомлено засвоїти базові знання та розширити їх за необхідності; наявність кінцевого продукту у вигляді програмного коду, бази даних, інформаційної системи, текстового документа, презентації тощо.

У підготовці *IT*-фахівців можна виділити як зовнішні, так і внутрішні передумови використання методу проєктів. Зовнішні обумовлені розвитком суспільства в цілому, а саме: переходом від індустріального суспільства до суспільства інформаційного; модернізацією системи освіти; активною інноваційною політикою держави. Внутрі-

шні причини пов'язані з необхідністю вирішення проблем самої системи підготовки ІТ-фахівців у вишій, а саме: необхідністю підготовки фахівців до проєктно-технологічної, організаційно-управлінської, експериментально-дослідної, інноваційної діяльності; підготовки фахівця до трудової діяльності в умовах сучасного етапу розвитку економіки та інформаційного суспільства. При цьому повинна бути розроблена організаційно-педагогічна модель використання методу проєктів, заснована на особистісно-діяльністному, синергетичному, кібернетичному підходах, що включає компоненти: цілі та завдання використання; засоби їх досягнення; продукти і результати діяльності, зміст педагогічної діяльності, наявні ресурси [5].

У підрозділі розглядають в контексті міжнародної освітньої концепції *CDIO* проєктну педагогічну технологію зі створення *«Наскрізного індивідуального проєкту»* в процесі міждисциплінарного інформаційного моделювання на основі наскрізного об'єкта дослідження під час викладання декількох комп'ютерних дисциплін.

Готовність майбутніх ІТ-фахівців до практичної діяльності проявляється у здатності до реалізації всіх етапів життєвого циклу ІТ-проєкту через: 1) стійкі навички аналізу проблем професійної предметної області; 2) розуміння цілей, завдань, а також особливостей професійно-значимих проєктів; 3) вміння формулювати технічне завдання і календарний план виконання проєкту в професійній галузі; 4) розуміння принципів управління проєктами з розробки високотехнологічних програмних продуктів; 5) розуміння необхідності моніторингу і контролю проєкту на всіх рівнях, включаючи стадії апробації та впровадження програмного продукту; 6) наявність навичок декомпозиції проєктів, розподілу обов'язків у команді; 7) вміння виявляти наявні ресурси (економічні, інтелектуальні, технічні, соціальні та ін.) і оптимізувати їх в конкретній проєктній діяльності; 8) вміння взаємодіяти з командою розробників, програмістів і аналітиків у процесі реалізації проєкту.

Враховуючи складність проблеми освоєння усіх складових проєкту і значний обсяг робіт, створення повномасштабного ІТ-проєкту, освоєння усіх ролей та досягнення навчальної мети в межах однієї дисципліни є проблематичним.

Тому виникає потреба в організації інтегративного викладання

шляхом реалізації горизонтальних і вертикальних міждисциплінарних зв'язків у процесі навчання студента на різних курсах. Міждисциплінарне проєктування в предметно-професійній підготовці майбутніх фахівців з комп'ютерних дисциплін має особливу актуальність унаслідок високої динаміки зміни навчально-методичного забезпечення цих дисциплін, їх метапредметності.

Вирішення цієї проблеми можливе за допомогою розробленої і впровадженої сучасної педагогічної технології зі створення в процесі міждисциплінарного інформаційного моделювання *«Індивідуального проєкту»* на основі індивідуального наскрізного об'єкта дослідження з використанням різних методологій, інструментальних засобів і технологій під час викладання таких комп'ютерних дисциплін: «Організація баз даних і знань» (2-й курс (К), 3-й семестр (С)), «Технологія створення програмних продуктів» (2К, 4С), «Проектування інформаційних систем» (3К, 5С), «Технології комп'ютерного проєктування» (3К, 6С), «Технології сховищ даних та знань» (4К, 8С), «Моделювання бізнес-процесів в інформаційних управлінських системах» (5К, 9С).

Впроваджені в процесі застосування цієї педагогічної технології методичні розробки передбачають комплекси лабораторних робіт з кожної дисципліни, виконання яких здійснюється в два етапи: ознайомлення з необхідною методикою, методологією чи засобом на прототипі; закріплення отриманих знань, умінь та навичок під час реалізації *«Індивідуального проєкту»* студента на основі індивідуального наскрізного об'єкта дослідження.

Теоретичний матеріал за темою роботи поданий необхідною мірою в методичній розробці до виконання лабораторної роботи; за потреби студент може звернутись до інших джерел (бібліотеку університету чи Інтернет) для вироблення пошукового навичку та належної підготовки роботи з літературою.

Завдання визначається предметом дослідження, який відповідає темі лабораторної роботи навчальної дисципліни, для індивідуального об'єкта дослідження. Індивідуальний об'єкт дослідження: а) підбирається викладачем на початку вивчення дисципліни з урахуванням здібностей студента (темпу та ритму навчальної діяльності, рівня сформованості умінь і навичок самостійної роботи, теоретичної підготовленості); б) узгоджується зі студентом; в) розміщується в методичній

розробці відповідно до порядкового номера студента в журналі; г) під час вивчення наступних дисциплін не змінюється.

Відправною точкою виступає «Індивідуальний проєкт», який розробляється під час лабораторної роботи з дисципліни «Організація баз даних і знань» з таким завданням: «Для досліджуваного об'єкта розробити і реалізувати проєкт БД, який дозволить отримати документ і запити». Один із 30-и індивідуальних об'єктів дослідження має такий вигляд (рис. 2.17).

Під час вивчення дисципліни «Технології комп'ютерного проєктування» студентам пропонується до виконання комплекс лабораторних робіт «*Методологія структурного аналізу та розробка моделей IDEF0, DFD і IDEF3 за допомогою CASE-засобу AllFussion Process Modeller пакету AllFussion Modeling Suite CA*», який розпочинається з дослідження та опису предметної області з формуванням вимог до інформаційної системи (ІС) об'єкта дослідження для розвитку «Індивідуального проєкту».

Відомість про будинки

Будинок						
Місцевість	Приватний			Багатоквартирний		
	Кількість кімнат	Кількість мешканців	Розмір ділянки	Кількість поверхів	Кількість квартир на поверсі	Прибудови (магазин, тощо)

Запити до бази даних

- 1) визначити кількість мешканців у всіх приватних будинках у заданій місцевості;
- 2) визначити кількість квартир у всіх багатоквартирних будинках у заданій місцевості;
- 3) визначити приватні будинки з ділянкою менше 13 соток.

Рис. 2.17. Об'єкт дослідження, БД якого дозволить отримати документ і запити

Нижче подано один з варіантів результату виконання лабораторної роботи для наведеного вище об'єкта дослідження.

Призначення проєкту. «Наскрізний індивідуальний проєкт» розглядається як автоматизована інформаційна вебсистема «Сайт агентства нерухомості», яка повинна моделювати роботу сучасного агентства нерухомості (далі – Система, Сайт). Система – програмний продукт, в якому інкапсульована логіка роботи агентства нерухомості.

Сайт – візуальна оболонка Системи, з якою взаємодіє користувач через мережу «Інтернет» за допомогою браузера. Система повинна забезпечити інформаційну присутність компанії в мережі «Інтернет» та надання клієнтам інформації про пропозиції на ринку нерухомості в регіоні роботи компанії.

У Системі повинно бути розділення прав доступу та існувати декілька категорій користувачів (діючих осіб): гість, зареєстрований користувач, ріелтор, модератор, адміністратор. Додавання інформації про об'єкти нерухомості відбувається ріелторами агентства нерухомості (далі – АН) та зареєстрованими користувачами. У разі додання інформації зареєстрованим користувачем вона додатково перевіряється на достовірність модератором. Управління користувачами Системи здійснює адміністратор.

У Системі присутні різні типи об'єктів нерухомості: квартира, дім, земельна ділянка, кімната, офіс, магазин. З об'єктами нерухомості здійснюються операції продажу та оренди. Отже, основний контент Сайту – інформація пропозицій на ринку нерухомості.

Виділимо основні функції Системи: а) облік користувачів та розділення прав доступу; б) занесення в БД інформації про об'єкти нерухомості; в) пошук по БД об'єктів нерухомості за вказаними критеріями; г) структурування та категоризація об'єктів нерухомості; д) перегляд детальної інформації про об'єкт нерухомості; е) експертна оцінка та обробка статистичних даних.

Для здійснення захисту Системи від несанкціонованого доступу та зміни змісту БД об'єктів нерухомості, а також унаслідок логічного поділу користувачів на класи в Системі повинні бути реалізовані такі категорії користувачів (ролі, класи):

а) *гість (відвідувач)* – особа, яка здійснює роботу із Сайтом, але не зареєстрована в Системі. Права гостя – безперешкодний доступ до опублікованих розділів Сайту, а також до повнофункціонального пошуку по БД об'єктів нерухомості;

б) *зареєстрований користувач* – користувач, що успішно пройшов процедуру реєстрації та ідентифікований Системою. Права зареєстрованого користувача (на додаток до прав гостя) – розміщення інформації про об'єкти нерухомості на Сайті;

в) *ріелтор* – авторизований користувач, працівник АН, що володіє повноваженнями для розміщення інформації про об'єкти нерухомості, редагування їх параметрів;

г) *модератор* – авторизований користувач, працівник АН. Права модератора – перевірка і затвердження пропозицій про об'єкти нерухомості, доданих зареєстрованими користувачами;

д) *адміністратор* – авторизований користувач, що має доступ до всіх функціональних можливостей в адміністраторській частині Системи. Права адміністратора – додавання, редагування, видалення користувачів з ролями ріелтор і модератор.

Також у Системі має бути передбачена авторизація користувачів. Розділи Системи повинні бути доступні для читання відповідно до рівня доступу користувача. Доступ має здійснюватися з комп'ютерів, підключених до мережі «Інтернет».

Усі опубліковані розділи Сайту повинні відкриватися для доступу на читання без аутентифікації користувача. У разі спроби входу в закритий розділ у користувача, що не пройшов аутентифікацію, повинен бути запитаний логін і пароль. Після проходження аутентифікації Система має перевіряти повноваження користувача на доступ до запрошеного розділу. Якщо доступ заборонений, користувачеві повинно бути виведено повідомлення про неможливість доступу в закритий розділ.

Основними інформаційними об'єктами Системи є «об'єкт нерухомості» і «користувач». Залежно від типу нерухомості «об'єкт нерухомості» спеціалізується також на види: будинок, квартира, земельна ділянка, офіс та ін.

Експертна оцінка – це оцінки й експерти, які оцінюють «об'єкт нерухомості» і виконані запити на «об'єкт нерухомості», відповідно до його критеріїв і умов. Обробка статистичних даних здійснюється експертами відповідно після прийняття запиту на «об'єкт нерухомості», визначення параметрів його виконання, оформлення повідомлень клієнту та отриманих зауважень щодо якості виконання запиту.

На основі сформованих вимог до ІС у результаті виконання цього лабораторного комплексу «Індивідуальний проєкт» розвивається в процесі створення функціональної моделі *IDEF0*, діаграм потоків даних (*DFD*) та опису взаємозв'язків між процесами за допомогою діаграм *IDEF3* для представницьких бізнес-процесів індивідуального об'єкта дослідження.

Під час вивчення дисципліни «Технологія створення програмних продуктів» студентам пропонується виконання лабораторного комплексу «Проектування, аналіз та вдосконалення баз даних, пов'язування об'єктів моделі процесів і моделі даних за допомогою *CASE*-пакета

AllFussion Modeling Suite» з використанням CASE-засобів ERwin Data Modeller, Data Modeler Validator i AllFussion Process Modeller. У результаті виконання лабораторного комплексу структура бази даних «Індивідуальний проєкт» доповнюється моделями на основі методології IDEF1X.

Під час вивчення дисципліни «Проектування ІС» студентам пропонується до виконання комплекс лабораторних робіт «Методологія об'єктно-орієнтованого проектування. Проектування ІС за допомогою CASE-пакета *Rational Software Architect*». У результаті виконання лабораторного комплексу на основі опису предметної області індивідуального об'єкта дослідження і вимог до «Індивідуального проєкту» отримано проєкт ІС у вигляді діаграм варіантів використання, класів, станів, пакетів, компонентів і розміщення; здійснені генерація вихідних текстів програм і зворотне проектування.

Під час вивчення дисципліни «Технології сховищ даних та знань» студентам пропонується розробити вимірну модель сховища даних індивідуального об'єкта дослідження з використанням CASE-засобу *ERwin Data Modeller*.

Під час вивчення дисципліни «Моделювання бізнес-процесів в інформаційних управлінських системах» студентам пропонується розвиток «Індивідуального проєкту» у процесі: а) розроблення бізнес-архітектури підприємства і, відповідно, архітектури інформаційних управлінських систем (ІУС); б) розроблення комплексної бізнес-моделі організації для індивідуального об'єкта дослідження; в) формування в автоматизованій системі моделювання й аналізу бізнес-процесів (BPM-системі) регламентної документації організації (регламент процесів, посадові інструкції, положення про підрозділ) для індивідуального об'єкта дослідження.

Отже, з вивченням нової дисципліни «Індивідуальний проєкт» кожний студент отримує подальший розвиток за рахунок удосконалення попередніх моделей та отримання моделей у результаті освоєння нових методологій, інструментальних засобів та інформаційних технологій. Завдяки цьому «Індивідуальний проєкт» трансформується в «Наскрізний індивідуальний проєкт» як систему розроблених (розвинених) моделей (компонентів) ІС для індивідуального об'єкта дослідження у процесі наскрізного інформаційного моделювання під час вивчення різних дисциплін.

На отриманих результатах під час виконання лабораторних робіт на різних курсах базується виконання першої частини курсової роботи з дисципліни «Технологія створення програмних продуктів» (розроблення проєкту *IC*), в іншій її частині передбачена реалізація проєкту *IC* у *СУБД*. Деякі студенти поглиблюють «Наскрізний індивідуальний проєкт» у рамках дипломної (пошукової) роботи.

З огляду на сутність та основні ознаки педагогічної технології [6] розроблена проєктна технологія представляється як педагогічна діяльність з реалізації науково обґрунтованого навчально-виховного процесу на міждисциплінарному рівні і спрямованої на створення «Наскрізного індивідуального проєкту».

У процесі реалізації проєктної педагогічної технології студенти самостійно набувають додаткові знання з різних джерел; навчаються користуватися набутими знаннями для вирішення пізнавальних і практичних завдань; набувають комунікативні вміння, виконуючи різні ролі; розвивають у себе вміння виявлення проблем, вироблення пошукового навичку збору інформації з різних джерел, спостереження, розробки моделей, аналізу, узагальнення та розвитку проєкту; розвивають критичне та системне мислення.

Викладач отримує можливість розвивати власні здібності до моделювання, прогнозування, проєктування і планування освітніх об'єктів і систем, застосовувати на практиці сучасні педагогічні та технологічні розробки; організувати освітній процес з урахуванням індивідуальних психологічних та інтелектуальних можливостей студентів; широко використовувати сучасні інформаційні та педагогічні технології.

В освітній системі підготовки компетентних ІТ-фахівців розроблена і впроваджена проєктна педагогічна технологія зі створення «Наскрізного індивідуального проєкту» в процесі міждисциплінарного інформаційного моделювання на основі наскрізного об'єкта дослідження під час викладання декількох комп'ютерних дисциплін. Ця технологія відповідає основним принципам міжнародної концепції *CDIO* і є достатньо перспективною.

Ефективність внесення в організацію навчального процесу елементів наскрізності не викликає сумнівів. Значно підвищилась пізнавальна активність студентів, глибина знань з дисциплін, орієнтація на альтернативність реалізації. Практично проблем із сприйняттям наскрізності об'єкта дослідження і створення наскрізного індивідуального проєкту студентами немає.

Існує конкретна необхідність методичного забезпечення дисциплін за проєктною педагогічною технологією, психологічної перебудови поглядів викладачів на необхідність зміни класичних принципів, а також у дослідженні комплексного підходу до підготовки компетентних ІТ-фахівців.

Список використаних джерел

1. Международный семинар по вопросам инноваций и реформированию инженерного образования «Всемирная инициатива CDIO»: материалы для участников семинара; пер. С.В. Шикалова / под ред. Н.М. Золотаревой и А.Ю. Умарова. М.: Изд. Дом МИСиС, 2011. 60 с.
2. Полат Е. С. Метод проектов. URL: <http://www.ioso.ru/distant/project/meth%20project/metod%20pro.htm>
3. Постіл С. Д. Інтеграція дисциплін у процесі міждисциплінарного інформаційного моделювання. *Наук. вісник НУДПС України*. 2013. № 3 (61). С. 68–76.
4. Постіл С. Д., Козак Н. С. Інтерактивні технології навчання в умовах інформаційних ресурсів Інтернету. *Наукові записки Рівненського ДГУ*. Рівне: РДГУ. 2015. Випуск 12 (55). 596 с.; Оновлення змісту, форм та методів навчання і виховання в закладах освіти: збірник наукових праць. Ч. 1. С. 324–335.
5. Самохвалов А. В. Метод проектов в подготовке специалистов-информатиков. *Вестник Тамбовского университета. Сер. естеств. и техн. науки*. Тамбов, 2008. Т.13, вып. 1. С. 144–146.
6. Чепіль М. М., Дудник Н. З. Педагогічні технології: навч. посіб. «Академ-видав», 2012. 224 с. URL: <http://academia-pc.com.ua/product/295>

РОЗДІЛ 3

ЕЛЕКТРОННА ОСВІТА І НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ В СЕРЕДОВИЩІ БАЗ ЗНАНЬ

3.1. Ontology Application in Context of Mastering the Knowledge for Students

I. INTRODUCTION

In the stage of students training is important to use modern methods and tools for students studying in IT education. At the same time, it should be noted that the training of the teaching material for learning management systems (*LMS*) and its semantic construction in the metadata storage requires the individual formation of educational material and the movement of students on it. In addition, e-learning materials created in different LMSs are often incompatible, due to their different formats. Problematic tasks include the excessive duration of testing and training of *LMS* [3].

Adaptive learning improves the educational process and provides an additional opportunity to take advantage of information technology implementation [21]. The adaptive *LMS* gives for a student the educational material constructing the individual learning path in accordance with intermediate test results. So, the learning individualization is important, when the student is provided with theoretical material, exercises for theory learning, instructional materials for exercises fulfilling according to student individual characteristics [1].

During the individual learning path constructing it is necessary the specify of main discipline's components – lectures, practical classes, labs, and other educational materials [3]. It makes a possibility to use ontology that provides efficient distributed access to learning resources by creating the unified knowledge base that unites academic disciplines and can be placed in the Internet. The last one makes it independent of interpreting a particular educational process [6]. As a result, the learning system works as the intelligent agent which makes selection from the knowledge base or changes it depending on the context and semantics of the described ontology for the specific training courses [5].

At present time, ontology is used together with fuzzy logic approach to eliminate uncertain information in various fields, for example, to search documents or to select learning objects for study [8].

During placing the LMS on educational Web-portal using *MOODLE*, the ontological approach has a number of advantages [3]. So, the actual research topic is the knowledge-oriented formation of the individual learning path to support adaptive learning using the elemental fuzzy logic and semantic web technologies in ontology environment.

II. RELATED WORKS

A definition of the learning path is considered in works [2–4].

Creation of e-LMS with the individual learning path, oriented on the semantic web, enables solving the problem of syntactic compatibility [13, 24]. However, such compatibility is not sufficient for organization of interaction between different *LMS* in the Internet. The reason is that the same information can be syntactically presented differently, and as a result, it may use different barriers between *LMS*. There are no *LMS* that may solve such problem at practice with representing the domain, namely using a taxonomy describing the ontology [12]. Paper [25] is devoted to conference resolution in ontology population. Paper [26] considers problems of goal driven ontology learning.

Ontology of the discipline includes the following categories: general information (name, content, authors, index, and glossary of terms), description of the course, sequence of lectures, lectures, laboratory and practical work, list of references [16]. Papers [15, 18–22] are devoted to use of the ontologies and semantic Web in e-learning. One of the possible solutions for uncertain data processing is to ensure the fuzzy logic inclusion into ontology [6, 7, 11]. Currently the fuzzy logic application in ontology [8–10]. Authors consider the Some researched fuzzy logic theory application in ontology [7, 8, 11]. The goal of this paper is constructing the individual learning path on the base of course ontology using fuzzy logic.

III. PROPOSED ONTOLOGY OF DISCIPLINE

In accordance with the lecturer tasks that use the *e-LMS*, he/she needs a detailed list of portal documents related to each other at a semantic level that would allow using the document's semantic content of *LMS* documents to make proper management actions. The base of such documents scheme preparation is the ontological binding of categories and documents properties to convey the semantic content of responses to the requests of different user's groups.

To create a learning object that is oriented towards the semantic web, it is necessary to determine correctly (not excessive) the taxonomy (concepts) of educational activity, as well as the properties of concepts and the relationship between concepts. To describe the internal structure of concepts, the attributes of the template documents, defined by the normative provision of education, should be used. To bind internal ontology to each other and from the root ontology, it is possible to use the ontology mapping and *Ontology Web Language (OWL)* [23] with the equivalence between categories and properties. It can indicate that a given class or property in some ontology is equivalent to classes or properties of another ontology.

Web-ontology is based on classes and objects and their properties and constraints meaning that objects are the set of entities with certain properties. This essence has some relations and all of them make groups by their characteristics. Therefore, full objects description, as well as the domain are represented as a hierarchical knowledge base, that enables to perform “smart” operations, for example, as semantic search and determining reliability and integrity of data [15]. However, in [5] the learning object complexity is described shortly without analytical background.

Authors proposed to improve the approach [5] using the fuzzy logic for reasoning the Complexity of Learning Object and introducing in the learning object ontology the additional category “Type of Learning Object” (see Fig. 3.1).

Fig.3.1 shows the interconnection of basic notations. So, the lecturer is the developer of the academic course, and the academic course is developed by the lecturer. The lecturer is the developer of the lecture, and the lecture is developed by the lecturer. The lecture contains learning objects, and the learning objects are components of lecture. The learning objects are studied by the student, and the student studies the learning objects. The student answers the questions of the test, which contains answers. The learning objects contain the theoretical material, exercises, tables, formulas, reports, and they are integral parts of the learning material.

We consider the complexity at adaptive learning as the integral part of an individual learning path and it can be determined using the fuzzy logic [17]. In fuzzy logic sets for mathematical model's construction it is needed to formalize linguistic information with the help of the linguistic variables notation which is words or expressions. Linguistic values are terms, and a set of all possible terms forms a term-set [17].

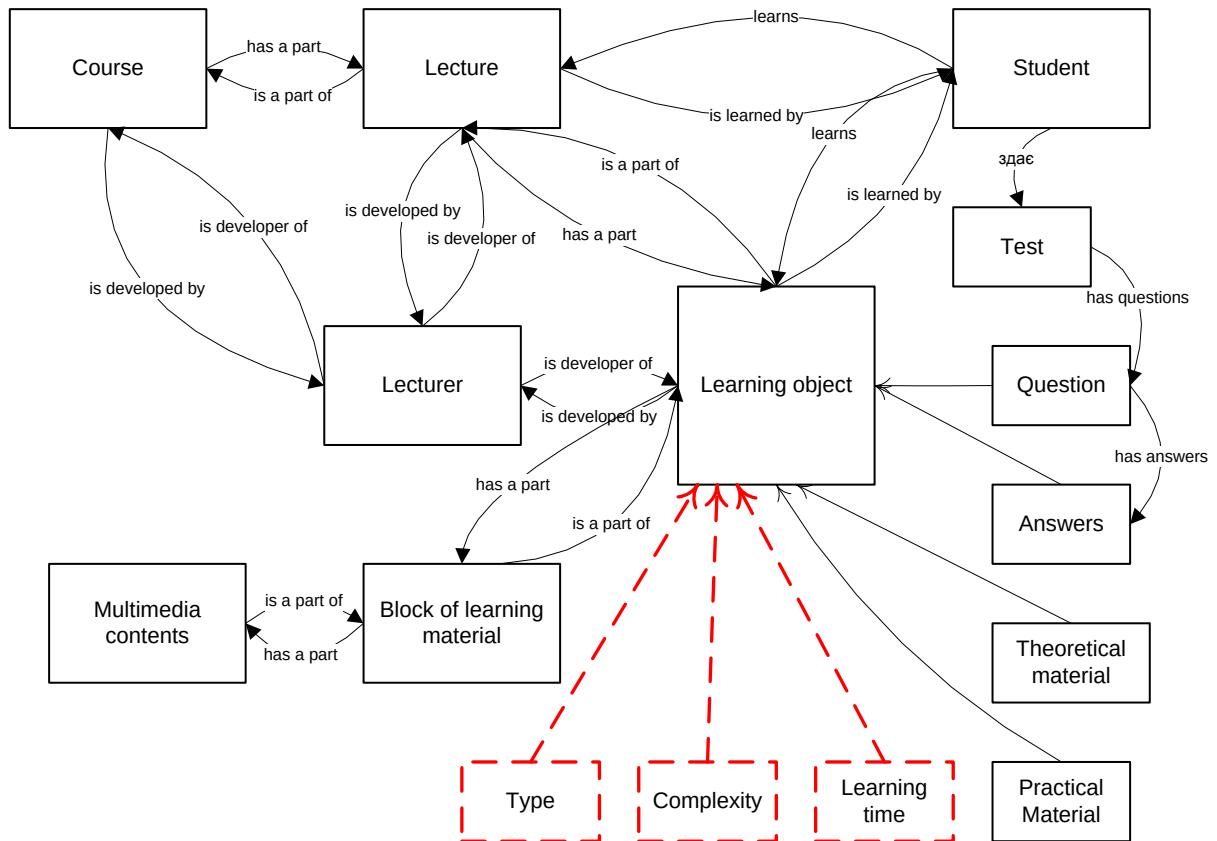


Fig. 3.1. Improved ontology of the learning object

A trapezoidal function is used as a membership function for terms of input variables (Fig. 3.2), for example, learning object complexity. The feasibility of trapezoid fuzzy intervals using is conditioned by the ease of their operations performing and their visual graphic interpretation.

In general, the membership function can be described by a function $\mu^A(u) : U \rightarrow [0;1]$ that enables, for each element u of the universal set U , to calculate the degree of its membership to the fuzzy set $\tilde{A}$. The universal set U contains a complete set of values that covers the entire problem region [11].

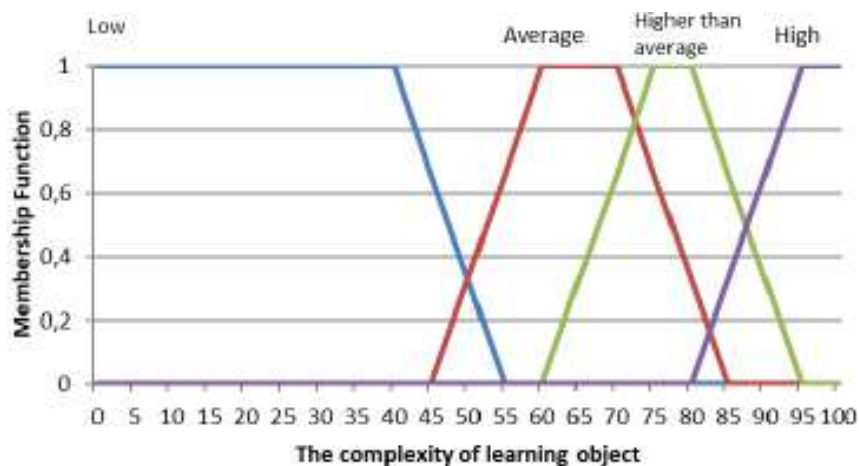


Fig. 3.2. The membership function for input variables terms

For calculations, we use the formula corresponding to the trapezoidal membership function. As a result, a system of equations for calculating the values of the membership function per each term of the input variables is obtained:

$$\begin{aligned} \mu_{ns}(a) &= \begin{cases} 1; a \leq 40 \\ \frac{55-a}{40}, 40 \leq a \leq 55 \\ 0; a \geq 55 \end{cases}, & \mu_s(a) &= \begin{cases} 0; a \leq 65 \text{ or } a \geq 95 \\ \frac{75-a}{60}, 60 \leq a \leq 75 \\ 1; 70 \leq a \leq 80 \\ \frac{95-a}{80}; 80 \leq a \leq 95 \end{cases} \\ \mu_{vs}(a) &= \begin{cases} 0; a \leq 45 \text{ or } a \geq 85 \\ \frac{60-a}{45}, 45 \leq a \leq 60 \\ 1; 60 \leq a \leq 70 \\ \frac{85-a}{70}; 70 \leq a \leq 85 \end{cases}, & \mu_v(a) &= \begin{cases} 0; a \leq 80 \\ \frac{95-a}{80}, 80 \leq a \leq 95 \\ 1; 90 \leq a \leq 100 \end{cases} \end{aligned} \quad (3.1)$$

where $\mu_{ns}(a)$ – the membership function for the complexity lower than average;

$\mu_s(a)$ – membership function for medium complexity;

$\mu_{vs}(a)$ – membership function for the complexity higher than average;

$\mu_v(a)$ – a membership function for high complexity.

The fuzzy knowledge base of the fuzzy system for constructing the individual learning path has two inputs: “Level of student knowledge” and “Complexity of a learning object” and one output – “Time for study a learning object”.

The category Type of Learning Object contains the following data: basic knowledge, a theoretical material, the advanced theoretical material, the additional explaining material, practical tasks.

IV. CASE STUDY AND IMPLEMENTATION OF PROPOSED APPROACH

For simulation of fuzzy knowledge base, we used the Fuzzy Logic Toolbox – a package of applied software that is a part of MatLab environment. On the base of this package, a system of fuzzy logical reasoning and fuzzy classification is created.

On the basis of this package, a system of fuzzy logical conclusion and fuzzy classification was created. The base of fuzzy knowledge system of individual learning path fuzzy formation has two inputs: “Level of student knowledge” and “Complexity of the learning object” and one output – “Time to learning object study.” Fuzzy system used is based on the Mamdani fuzzy conclusion tool.

The linguistic variable “Student Knowledge Level” contains the terms {Low; Lower than average; Average; Higher than average; High}. The linguistic variable “The complexity of learning object” contains the terms {Lower than average; Average; Higher than average; High}. The linguistic variable “Time to learning object study” contains the terms {Small; Average; Long}.

Operation of the proposed fuzzy system of individual learning path constructing depends on the rules base. Since each input variable is given by a different number of membership functions and taking into account the impossibility of situation where the input variable is not specified, the rule base consists of 35 “if – then” rules. Fuzzy rules are developed in MatLab environment and then they are used in Protégé ontology editor, to construct a discipline fuzzy ontology.

During fuzzy system design it is necessary to consider the values of input and output variables, as well as to develop correct rule base, which will be followed by fuzzy reasoning.

The fuzzy knowledge base developed in *MatLab* environment can be used in *Protégé* ontology editor. This Fuzzy OWL plugin is used for this one. Implementation of the fuzzy ontology for constructing of an individual learning path for the course “Decision Theory” is given below.

Fig. 3.3 shows individuals of the ontology of individual learning path. Here is a basic explanatory teaching material that is simultaneously explanatory, for those students who did not understand the basic element. Also, the figure depicts its complexity and the time of study. *Fig. 3.4* shows the fuzzy ontology of an individual learning path using calculations on system of equations (3.1).

Теоретико-методологічні основи комп'ютерних баз знань в економіці

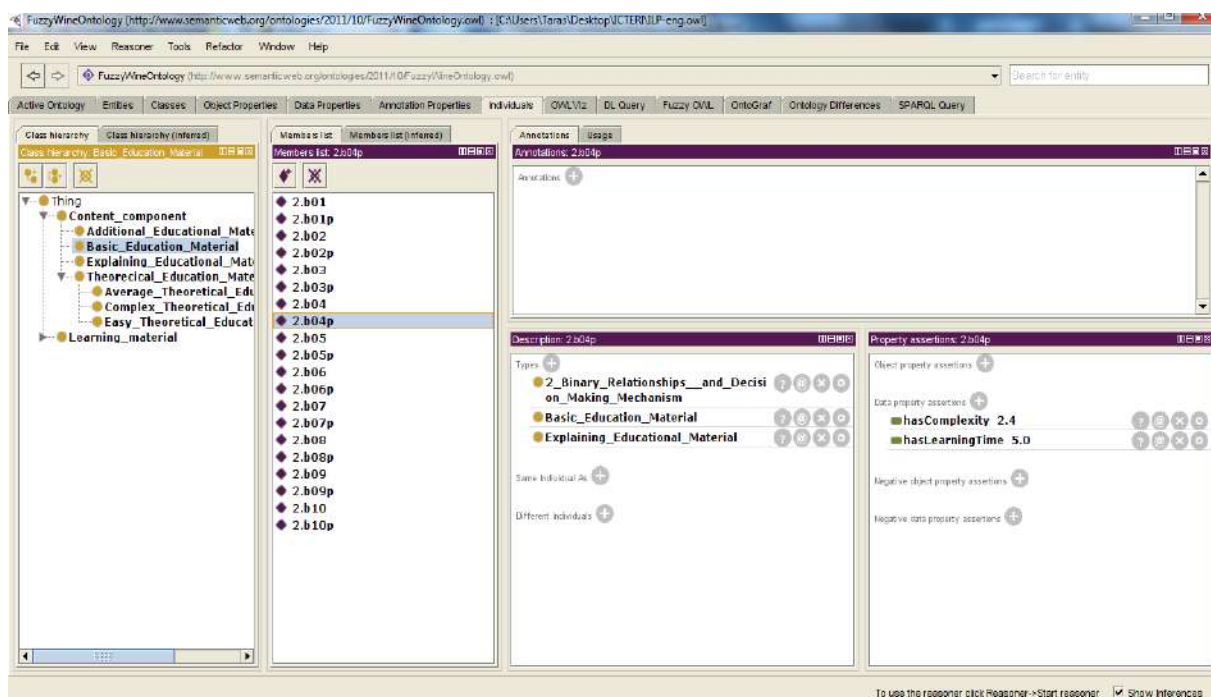


Fig. 3.3. Individuals of the ontology of individual learning path

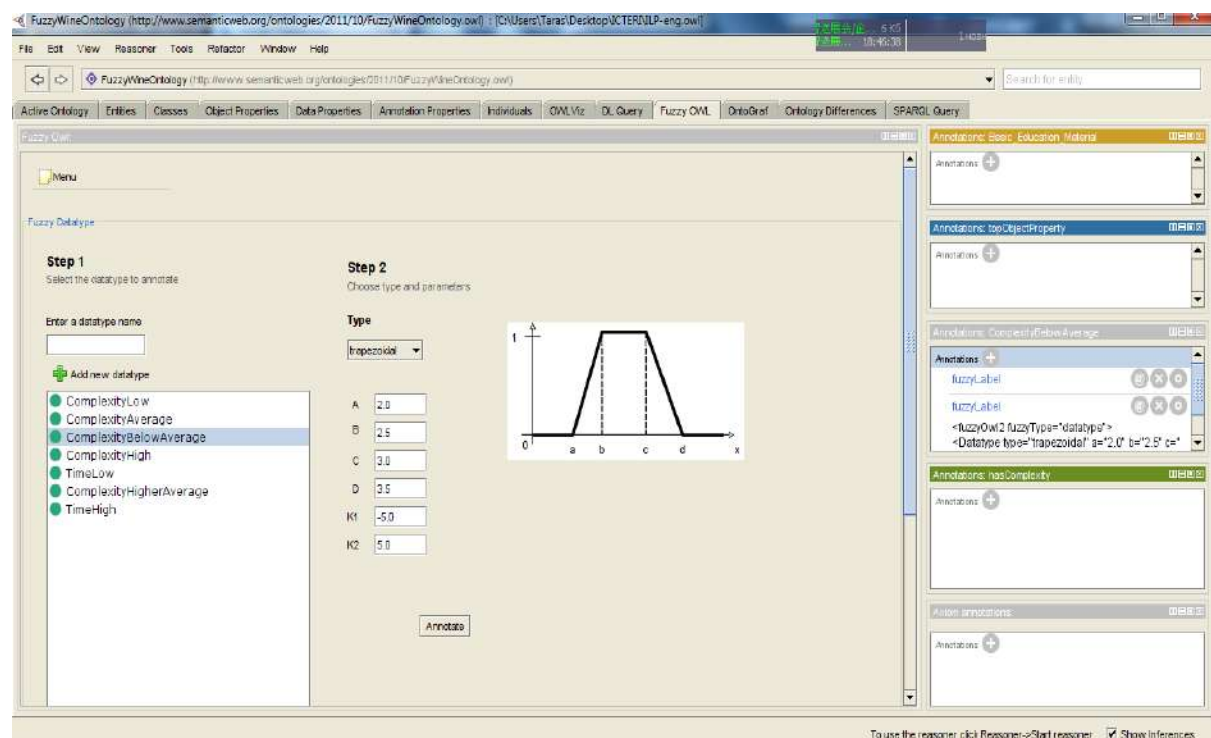


Fig. 3.4. Fuzzy ontology of the individual learning path

Also, it can be seen there an annotation of Learning Object Complexity. In particular, the example of defining the linguistic variable “learning objects with a level of complexity below average” is given with a following membership function:

```
<AnnotationAssertion>
<AnnotationProperty IRI="#fuzzyLabel"/>
<IRI>#ComplexityBelowAverage</IRI>
<Literal datatypeIRI="&rdf; PlainLiteral">&lt;
fuzzyOwl2
fuzzyType="&quot; datatype&quot; &gt;
&lt;Datatype type="&quot;trapezoidal&quot;
a=2.0; b=2.5;
c=3; d=3.5; /&gt;
&lt;/fuzzyOwl2&gt;</Literal>
</AnnotationAssertion>
```

Experimental studies have confirmed that the time of learning material study depends on the student knowledge level and the complexity of the learning material. In particular, the implementation of an individual learning path in Protégé using the Fuzzy OWL plug-in at study of the disciplines “Decision Theory” and “Information and Knowledge Management”. The sample size was 120 persons, and there were 40 test tasks.

The results of experimental studies confirmed the correctness of the scientific provisions, since the introduction of the fuzzy ontology of individual learning path construction reduces the learning time by 20 % compared with the known approaches. The results proved to be commensurate, as different students and different levels of knowledge study in different groups and specialties, and test questions are simple and complex, regardless of specialty.

V. CONCLUSIONS

The fuzzy rules base, developed in MatLab environment, has applied in the Protégé ontology editor using the Fuzzy OWL plugin. This enabled implementing the fuzzy ontology for constructing the individual learning path in the academic discipline Decision Theory for the *IT* education domain.

An adaptive learning algorithm was developed and programmed to implement the navigation in the network of learning objects with selecting the educational fragments according to their type. It has been experimentally confirmed that the proposed approach enables to reduce the time of student studying, with the number of educational fragments of the complexity certain level and student’s level in 20 %.

References

1. T. Lendyuk, S. Rippa, "Information portal of e-learning system in semantic web environment," in *Proceedings of the 6th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications IDAACS'2011, Prague, Czech Republic, 2011*, vol. 2, pp. 637–641.
2. R. Hosseini, P. Brusilovsky, "A comparative study of visual cues for adaptive navigation support," in *Proceedings of the 27th ACM Conference on Hypertext and Social Media, HT'16, 2016*, pp. 323–325.
3. C. De Medio, F. Gasparetti, C. Limongelli, F. Sciarrone, M. Temperini, "Course-driven teacher modeling for learning objects recommendation in the Moodle LMS," in *Proceeding of the 25th Conference on User Modeling, Adaptation and Personalization, UMAP'17, 2017*, pp. 141–145.
4. P. Karampiperis, D. Sampson, "Performance evaluation of decisionbased content selection approaches in adaptive educational hypermedia systems," in *Intelligent and Adaptive Educational-Learning Systems, Springer Berlin Heidelberg*, pp. 161–182, 2013.
5. T. Lendyuk, A. Melnyk, S. Rippa, I. Golyash, S. Shandruk, "Individual Learning Path Building on Knowledge-based Approach," in *Proceedings of the 8th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications IDAACS'2015, Warsaw, Poland, 24-26 September 2015*, pp. 949–954.
6. F. Bobillo, U. Straccia, "Aggregation operators for fuzzy ontologies," *Applied Soft Computing*, vol. 13, issue 9, pp. 3816–3830, 2013.
7. À. García-Cerdaña, E. Armengol, F. Esteva, "Fuzzy description logics and t-norm based fuzzy logics," *International Journal of Approximate Reasoning*, vol. 51, issue 6, pp. 632–655, 2010.
8. G. Gottlob, A. Hernich, C. Kupke, T. Lukasiewicz, "Stable model semantics for guarded existential rules and description logics," in *Proceedings of the Fourteenth International Conference on Principles of Knowledge Representation and Reasoning, 2014*, pp. 258–267.
9. N. Díaz Rodríguez, M. P. Cuéllar, J. Lilius, M. Delgado Calvo-Flores, "A fuzzy ontology for semantic modelling and recognition of human behaviour," *Knowledge-Based Systems*, vol. 66, pp. 46–60, 2014.
10. G. Stoilos, G. Stamou, J.Z. Pan, "Fuzzy extensions of OWL: logical properties and reduction to fuzzy description logics," *International Journal of Approximate Reasoning*, vol. 51, pp. 656–679, 2010.
11. L. A. Zadeh, "Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility," *Fuzzy Sets and Systems*, no. 1), pp. 3–28, 1999.
12. T. Terano, K. Asai, M. Sugeno, *Applied Fuzzy Systems*, Academic Press, 2014.
13. F. Bobillo, U. Straccia, "Fuzzy ontology representation using OWL 2," *International Journal of Approximate Reasoning*, vol. 52, issue 7, pp. 1073–1094, 2011.

14. T. Tudorache, C. Nyulas, N. F. Noy, M. A. Musen, "WebProtégé: A collaborative ontology editor and knowledge acquisition tool for the web," *Semantic Web*, IOS Press, vol. 4, issue 1, pp. 89–99, 2013.
15. J. Ohler, "The semantic web in education," *EDUCAUSE Quarterly*, vol. 31, issue 4, pp. 7–9, 2008.
16. Standard for Learning Object Metadata. Piscataway, NJ, USA (2002). URL: http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM_1484_12_1_v1_Final_Draft.pdf
17. N. Vasylyuk, L. Dubchak, T. Lendyuk, I. Turchenko, I. Shylinska, M. Aleksander, "Tasks distribution for students testing based on fuzzy logic," in *Proceedings of the 9th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications IDAACS'2017*, Bucharest, Romania, 2017, pp. 26–29.
18. S. Cakula, M. Sedleniece, "Development of a personalized e-learning model using methods of ontology," *Procedia Computer Science*, vol. 26, pp. 113–120, 2013.
19. N. Manickasankari, D. Arivazhagan and G. Vennila, "Ontology based semantic web technologies in e-learning environment using Protégé," *Indian Journal of Science and Technology*, vol. 7, no. S6, pp. 64–67, October 2014.
20. M. Čarapina, O. Staničić, B. Nožica, "The semantic web technologies and their integration within e-learning systems: an overview," in *Proceedings of the 6th International Conference of Education, Research and Innovation ICERI'2013*, 18–20 November 2013, Seville, Spain, pp. 3796–3801.
21. P. Bouquet, A. Molinari, "Using semantic technologies in e-learning platforms: a case study," in *Proceedings of the International Conference on E-Learning in the Workplace ICELW'2016*, New York, June 15–17, 2016, pp. 1-6.
22. A. Stathaki, H. Kondylakis, E. Marakakis, M. Kalogerakis, "i-Prolog: a web-based intelligent tutoring system for learning Prolog," in book *Interactivity, Game Creation, Design, Learning, and Innovation*, pp. 337–346, 2018. DOI: 10.1007/978-3-319-76908-0_32.
23. OWL Web Ontology Language. URL: <https://www.w3.org/TR/owlfeatures/>
24. S. Maslovskyi, A. Sachenko, "Adaptive test system of student knowledge based on neural networks," *Proceedings of the 8th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS'2015)*, Warsaw, Poland, 24-26 September 2015, pp. 940–944.
25. N. Garanina, E. Sidorova, I. Kononenko, S. Gorlatch, "Using Multiple Semantic Measures for Coreference Resolution in Ontology Population," *International Journal of Computing*, vol. 16, issue 3, pp. 166–176, 2017.
26. J. Chen, D. Dosyn, V. Lytvyn, A. Sachenko, "Smart data integration by goal driven ontology learning," in *Advances in Big Data. Proceedings of the 2nd INNS Conference on Big Data*, October 23–25, 2016, Thessaloniki, Greece, pp. 283–292.

3.2. Застосування когнітивних технологій у прийнятті управлінських рішень на підприємстві

В умовах конкуренції і з появою на ринку нових підприємств основними завданнями, що стоять перед їх керівниками, є:

- 1) виживання, зростання й адаптація в умовах мінливості ринку;
- 2) внутрішні зміни, які визначаються ефективним функціонуванням діяльності структури підприємства і способами швидкої адаптації до новостворених умов;
- 3) зовнішні чинники, які обґрунтовуються політичними, економічними, екологічними, етнічними та іншими аспектами, впливають на діяльність організації.

Для вирішення поставлених завдань керівник перебуває в постійному пошуку. Адже від прийнятого ним рішення залежить подальше функціонування та діяльність організації. Прийняття рішення – основна ланка в технологічному циклі управління [1]. Одним із способів прийняття рішення є когнітивні технології, що застосовуються в діяльності організацій.

Дослідження когнітивних технологій найбільш притаманне психологам і педагогам. Однією з основних ідей у когнітивному дослідженні вважають роботу Л.І. Виготського [3], зміст якої полягає в тому, що розвиток інтелекту дитини залежить від історичного розвитку знань, що світ набуває для нас сенсу, залежно від міри його пізнання людьми, які нас оточують.

Також значний внесок у розвиток когнітивного моделювання зробили такі вітчизняні та зарубіжні вчені і практики: Р. Аксельрод, Ф. Робертс, Дж. Каст, Р. Еткін. Когнітивний аналіз та управління ситуацій займає важливе місце в роботах таких науковців, як: В.І. Максимова, В.В. Кульби, Н.А. Абрамова. Теоретичні основи когнітивного підходу були закладені В.І. Максимовим. Для прийняття правильних управлінських рішень необхідно дати відповіді на ряд досить простих питань: «Що потрібно зробити, щоб поліпшити стан ситуації?», «Що буде із ситуацією через певний проміжок часу, якщо не застосовувати змін?» тощо [2].

Основне завдання цього підрозділу полягає у дослідженні можливостей покращення та спрощення процесу прийняття управлінських рішень на підприємстві шляхом застосування когнітивних технологій.

Проаналізувати технологію когнітивного аналізу, за допомогою якої менеджер-аналітик може виявити проблеми підприємства та швидко їх вирішити в умовах жорсткої ринкової конкуренції.

Складнощі аналізу процесів прийняття управлінських рішень у таких галузях, як економіка, соціологія та екологія, зумовлені рядом особливостей, властивих цим галузям, а саме:

- багатоаспектністю процесів, які в них відбуваються, і їх взаємозв'язком;
- відсутністю достатньої кількісної інформації про динаміку процесів;
- мінливістю характеру процесів у часі тощо.

З огляду на ці особливості такі системи називають слабоструктурованими. Для аналізу та управління такими системами застосування когнітивного підходу дозволяє побачити й усвідомити логіку розвитку подій за значної кількості взаємозалежних факторів.

Ключовим поняттям у когнітивному моделюванні є «когнітивна карта» – це орієнтований граф, в якому привілейованою вершиною є деякий майбутній (як правило, цільовий) стан об'єкта управління, інші вершини відповідають факторам; дуги, що з'єднують чинники з вершиною стану, мають товщину і знак, відповідний силі та напрямку впливу цього чинника на перехід об'єкта управління в цей стан, а дуги, що з'єднують фактори, показують подібність і відмінність впливу цих факторів на об'єкт управління [5].

Розробка моделі починається з побудови когнітивної карти, що відбиває ситуацію «як є». На основі сформованої когнітивної карти проводиться моделювання саморозвитку ситуації з метою виявлення позитивних тенденцій у розвитку. «Саморозвиток» дозволяє порівнювати суб'єктивні очікування з модельними. Основним у цьому підході є поняття «ситуація». Ситуація характеризується набором так званих *базисних факторів*, за допомогою яких описуються процеси зміни станів у ситуації. Фактори можуть впливати один на одного, причому такий вплив може бути позитивним, коли збільшення (зменшення) одного фактора приводить до збільшення (зменшення) іншого чинника, і негативним, коли збільшення (зменшення) одного фактора призводить до зменшення (збільшення) іншого чинника.

Варто зазначити, що когнітивна карта відображає лише факт наявності впливів факторів один на одного. У ньому не відображається

ні детальний характер цих впливів, ні динаміка зміни впливів залежно від зміни ситуації, ні тимчасові зміни самих факторів. Одним з основних підходів, які розширюють можливості використання когнітивних карт, є моделювання можливих сценаріїв рішень із заданого набору операцій. Моделювання являє собою циклічний процес, у результаті якого знання про досліджувані проблеми розширюються й уточнюються, а вихідна модель постійно вдосконалюється [3].

Розвиток підприємства безпосередньо залежить від прийняття управлінських рішень особами, які відповідають за їх прийняття. Відповідно до різних видів робіт ними можуть бути менеджери-аналітики. У своїй роботі такий фахівець використовує певну покрокову технологію когнітивного аналізу, яка включає:

- 1) первинний збір інформації про проблему;
- 2) системне дослідження проблемної ситуації (проблема носить постійний або змінний характер);
- 3) відомості про предметну область, в якій виникла проблема;
- 4) створення когнітивної моделі досліджуваної проблеми;
- 5) структурний аналіз когнітивної проблемної ситуації;
- 6) структурні властивості когнітивної моделі проблемної ситуації;
- 7) моделювання рішення проблеми, засноване на цільовому підході;
- 8) можливі результати на рівні моделі, відсів застосованих моделей;
- 9) предметна інтерпретація результатів моделювання;
- 10) аналіз отриманих результатів і виявлення нових знань про зміни ситуації.

Традиційні *SWOT*-аналіз і *STEEPLE*-аналіз допомагають розширити спектр чинників, які можуть вплинути на проблему, що виникає в життєвому циклі підприємницької структури [4]. За допомогою *SWOT*-аналізу менеджер-аналітик може провести аналіз сильних і слабких сторін розвитку досліджуваного об'єкта в їх взаємодії із загрозами і можливостями, а також дозволяє визначити актуальні проблемні сфери, вузькі місця, шанси і небезпеки з урахуванням факторів зовнішнього середовища.

За допомогою *STEEPLE*-аналізу (рис. 3.5) менеджер-аналітик може розглядати зовнішнє середовище. Можна виділити визначальні зв'язки, спрямовані з нижніх рівнів ієрархії системи до верхніх, а також зворотні і міжрівневі. Екологічний фактор впливає на технологічний та

- використовувати об'єктивно сформовані тенденції розвитку ситуації у своїх інтересах і рекомендувати найбільш оптимальні управлінські рішення;
- скорочувати час для ухвалення управлінського рішення.

Список використаних джерел

1. Ольшанська О. В. Методологічні засади формування когнітивної економіки. *Формування ринкових відносин в Україні: збірник наукових праць*. 2015. № 1. С. 16–19.
2. Kudrjavceva E.I. (2014), "Cognitive Economics and Cognitive Management: A New Concept of Human Resource Management", *Upravlencheskoe konsul'tirovanie*, vol. 4, no. 64, PP. 62–69.
3. Когнитивные технологии. URL: http://universal_ru_en.academic.ru/.
4. Когнитивный подход в управлении / З.К. Авдеева, С.В. Коврига, Д.И. Макаренко, В.И. Максимов. *Управление большими системами*. 2006. №16. С. 26–32.
5. Блинов О. А., Лисичкина Ю. С., Рудакова О. С. Управление организациями с помощью когнитивных технологий. *Экономика и предпринимательство*. 2015. № 5, Ч.1. (58–1). С. 597–599.

3.3. Практика побудови реляційної БД ПК «ДПС Кошторис місцевого бюджету»

Фінансування органів державної податкової служби України здійснюється відповідно до Порядку складання, розгляду, затвердження та основних вимог до виконання кошторисів бюджетних установ, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 28.02.2002 № 228 (зі змінами). За інформацією, опублікованою на сайті ДФС України, обсяг видатків, згідно з розписом Державного бюджету України на січень-травень 2018 року, на утримання ДФС України за усіма бюджетними програмами, а саме: за загальним фондом бюджету, становить 3,698 млрд грн [1].

Для ефективного управління такими ресурсами застосовуються відомчі методичні рекомендації щодо планування та формування кошторисів доходів і видатків на утримання органів ДПС з використанням деталізованих розрахунків витрат у розрізі розпорядників коштів усіх рівнів, які були розроблені ще у 2004 році. При цьому існує

потреба точної фіксації не лише даних бухгалтерського обліку, а й управлінських показників з метою створення статистичної бази даних розрахунків щодо кожного коду видатків з використанням не лише вартісних (балансова звітність), а й кількісно-якісних показників. Саме ця статистична база повинна забезпечити ефективне планування видатків на наступний рік на рівні головного розпорядника.

З метою вирішення вищезазначених проблем у 2005 році була запроваджена облікова система «ДПС-кошторис», в якій інтегровано модулі бухгалтерського обліку бюджетних установ та модулі управлінського обліку. Впровадження програмного комплексу «ДПС-кошторис» дозволило на рівні головного розпорядника коштів забезпечити ефективне вирішення загально-облікових задач та задач оперативного управління грошовими видатками [3].

Позитивним також є те, що усі документи та показники, які стосуються планування та виконання видатків, зберігаються в єдиній базі даних, що значно спрощує процедури швидкого внесення змін та перегляду історії змін.

Крім того, впровадження такої системи сприяло забезпеченню зворотного зв'язку між усіма рівнями розпорядників коштів, що надало можливість уникнути непередбачуваних витрат і втрат, забезпечити ефективне та економне використання фінансових ресурсів.

Водночас, програмний комплекс «ДПС-кошторис» має певні недоліки, зокрема, він призначений лише для установ, які працюють з кошторисом державного бюджету. А діяльність органів податкової служби фінансується не лише за рахунок коштів державного бюджету, а й за рахунок розподілу видатків з місцевого бюджету. Саме за рахунок фондів місцевих бюджетів, які є складовою бюджетної системи держави і фінансової бази діяльності органів самоврядування, забезпечується фінансування заходів економічного і соціального розвитку на відповідній території.

Тому доречно було б доповнити програмний комплекс ще одним модулем «Кошторис місцевого бюджету», який забезпечить формування аналітичних довідок для роботи з планом кошторису місцевого бюджету, а саме:

- 1) Додаток 1 до Типової форми рішення про місцевий бюджет (пункт 1) Доходи місцевого бюджету на 20__ рік;
- 2) Додаток 1 до Типової форми рішення про місцевий бюджет (пункт 1) Фінансування місцевого бюджету на 20__ рік;

3) Додаток 1 до Типової форми рішення про місцевий бюджет (пункт 2) Розподіл видатків місцевого бюджету на 20__ рік;

4) Додаток 1 до Типової форми рішення про місцевий бюджет (пункт 2) Кредитування місцевого бюджету у 20__ році;

5) Додаток 1 до Типової форми рішення про місцевий бюджет (пункт 3) Міжбюджетні трансферти на 20__ рік;

6) Додаток 1 до Типової форми рішення про місцевий бюджет (пункт 4) Розподіл коштів бюджету розвитку за об'єктами у 20__ році;

7) Додаток 1 до Типової форми рішення про місцевий бюджет (пункт 5) Розподіл витрат місцевого бюджету на реалізацію місцевих/регіональних програм у 20__ році;

8) Додаток 1 до Типової форми рішення про місцевий бюджет (пункт 6) Перелік кредитів (позик), що залучаються місцевою радою до спеціального фонду місцевого бюджету у 20__ році від міжнародних фінансових організацій для реалізації інвестиційних проектів.

Отже, розглянувши можливості програмного забезпечення «ДПС-кошторис», переконані, що програмне забезпечення потребує доповнення щодо адміністрування видатків з місцевого бюджету та розробки і вдосконалення аналітичної звітності. Функціональність, яку має забезпечити новий програмний комплекс «Кошторис місцевого бюджету», представлено на рис. 3.6.



Рис. 3.6. Функціональність програмного комплексу «Кошторис місцевого бюджету»

Зокрема, розпорядники бюджетних коштів несуть відповідальність за управління бюджетними асигнуваннями і здійснення контролю за виконанням процедур та вимог, установлених Бюджетним

кодексом. Після отримання послуг, відповідно до умов узятого бюджетного зобов'язання, розпорядник бюджетних коштів приймає рішення про їх оплату та подає доручення на здійснення платежу органу Державного казначейства України, якщо інше не передбачено нормативно-правовими актами. У разі якщо кошторис бюджетної установи за деякими показниками був змінений під час його виконання, ці зміни фіксуються відповідними документами, зокрема довідками. Функціональність програмного комплексу «Кошторис місцевого бюджету» включає механізм касового виконання бюджету (рис. 3.6), згідно з яким розпорядники відкривають рахунки для зарахування коштів без зазначення кодів функціональної класифікації видатків, що підлягають подальшому перерахуванню на особові та спеціальні реєстраційні рахунки.

Основою розробки програмного забезпечення інформаційної системи є інфологічна модель бази даних, оскільки саме під час її побудови визначаються основні логічні об'єкти (сутності) предметної області та зв'язки між ними, необхідні та достатні для ефективного застосування інформації з точки зору користувача. Ядром бази даних є *модель даних* – сукупність структур даних і операцій їх обробки [11]. У моделі даних розрізняють три головні складові:

- структурна частина, яка визначає правила породження допустимих для даної СУБД видів структур даних;
- управляюча частина, яка визначає можливі операції над такими структурами;
- класи обмежень цілісності даних, які можуть бути реалізовані засобами цієї системи.

Інфологічна модель – відображає інформацію про предметну область у вигляді, незалежному від СУБД, що використовується. Ця модель відображає інформаційно-логічний рівень абстрагування, пов'язаний з описом об'єктів предметної області, їх властивостей і взаємозв'язків.

У табл. 3.1 наведено перелік таблиць реляційної бази даних проєкту ПК «ДПС-кошторис», дані з яких використовуються для формування бухгалтерської аналітичної звітності. Розробка цих таблиць необхідна для здійснення реєстрації установ, збереження інформації про установи, керівників, адреси, ведення довідників: класифікації доходів бюджету, кодів видів економічної діяльності, ведення плану кошторису.

Таблиця 3.1

Опис таблиць бази даних проекту

№ з/п	Назва таблиці	Призначення таблиці
1	HVBUDJET2	Довідник КЕКВ
2	HVBUDJET8	Довідник КПКВ
3	HVBUDJET9	Довідник КЕКВ
4	ESTIMATE	План кошторису
5	ORG	Реєстр установ
6	HBTAXINSP	Довідник інспекцій

Для ведення переліку кодів видів економічної діяльності призначений Довідник *КЕКВ*, відповідна таблиця *HVBUDJET2* (табл. 3.2). Ця таблиця має первинний ключ, код та назву *КЕКВ*, дату початку *КЕКВ* та дату закінчення *КЕКВ*.

Таблиця 3.2

Опис таблиці HVBUDJET2

№ з/п	Назва поля	Тип	Призначення
1	code	Числовий	Первинний ключ
2	num	Текстовий	Код КЕКВ
3	name	Текстовий	Назва КЕКВ
4	dtbeg	Дата	Дата початку КЕКВ
5	dtend	Дата	Дата закінчення КЕКВ

Для ведення переліку кодів програмної класифікації діяльності призначений Довідник *КПКВ*, відповідна таблиця *HVBUDJET8* (табл. 3.3). Ця таблиця має первинний ключ, код та назву *КПКВ* дату початку *КПКВ* та дату закінчення *КПКВ*.

Таблиця 3.3

Опис таблиці HVBUDJET8

№ з/п	Назва поля	Тип	Призначення
1	code	Числовий	Первинний ключ
2	num	Текстовий	Код КПКВ
3	name	Текстовий	Назва КПКВ
4	dtbeg	Дата	Дата початку КПКВ
5	dtend	Дата	Дата закінчення КПКВ

Для ведення переліку кодів функціональної класифікації діяльності призначений Довідник *КФКВ*, відповідна таблиця *HVBUDJET9* (табл.3.4). Ця таблиця має первинний ключ, код та назву *КФКВ* дату початку *КФКВ* та дату закінчення *КФКВ*.

Таблиця 3.4

Опис таблиці HVBUDJET9

№ з/п	Назва поля	Тип	Призначення
1	code	Числовий	Первинний ключ
2	num	Текстовий	Код КФКВ
3	name	Текстовий	Назва КФКВ
4	dtbeg	Дата	Дата початку КФПВ
5	dtend	Дата	Дата закінчення КФКВ

У табл. 3.5 представлена структура таблиці *ESTIMATE*, в якій ведеться план кошторису, який наповнюється та коригується у разі необхідності користувачем.

Таблиця 3.5

Опис таблиці ESTIMATE

№ з/п	Назва поля	Тип	Призначення
1	code	Числовий	Первинний ключ
2	year	Числовий	Рік
3	kpkv	Числовий	Код КПКВ
4	kekv	Числовий	Код КЕКВ
5	sum1	Числовий	Сума за місяць
5	sum2	Числовий	Сума за місяць
6	sum3	Числовий	Сума за місяць
7	sum4	Числовий	Сума за місяць
8	sum5	Числовий	Сума за місяць
9	sum6	Числовий	Сума за місяць
10	sum7	Числовий	Сума за місяць
11	sum8	Числовий	Сума за місяць
12	sum9	Числовий	Сума за місяць
13	sum10	Числовий	Сума за місяць
14	sum11	Числовий	Сума за місяць
15	sum12	Числовий	Сума за місяць

У табл.3.6 представлена структура таблиці *ORG*, в якій ведеться реєстр установ, який наповнюється та коригується у разі необхідності користувачем.

Таблиця 3.6

№ з/п	Назва поля	Тип	Призначення
1	code	Числовий	Первинний ключ
2	edrpou	Числовий	Код організації
3	kpkv	Числовий	Код КПКВ
4	regtaxdate	Дата	Дата реєстрації
5	koatuu	Числовий	Код Казначейства
6	leadfio	Текстовий	Прізвище керівника
7	leadpos	Текстовий	Посада керівника
8	kvk	Числовий	Код функціональної класифікації

У табл.3.7 представлена структура таблиці *HB TAXINSP*, в якій ведеться Довідник інспекцій, який наповнюється та коригується у разі необхідності користувачем.

Таблиця 3.7

№ з/п	Назва поля	Тип	Призначення
1	code	Числовий	Первинний ключ
2	num	Числовий	Код ОКПП
3	c_sti	Числовий	Код організації
4	adress	Текстовий	Адреса
5	status	Числовий	Статус організації
6	tel_1	Текстовий	Телефон
7	fax	Текстовий	Факс

Отже, обов'язковими складовими реляційної бази даних проєкту ПК «ДПС-кошторис» є шість таблиць, які призначені для зберігання та накопичення даних, необхідних для формування бухгалтерської аналітичної звітності.

На рис. 3.6 представлено фрагмент *ER*-моделі (*Entity Relationship Model*) бази даних проєкту ПК «ДПС-кошторис» у вигляді множини сутностей, між якими існує деяка множина зв'язків.

База даних спроектована в СУБД *Microsoft Access 2007*, що входить у пакет прикладних офісних програм *MS Office 2007*. Для побудови створені потрібні таблиці за допомогою конструктора побудови таблиць. При створенні полів таблиці визначені ключові поля.

Далі, використовуючи інструмент *Зв'язки* через меню *Знаряддя* бази даних, встановлюємо зв'язки між створеними таблицями (рис. 3.7). СУБД автоматично встановлює типи зв'язків, але потрібно прослідкувати за правильністю їх встановлення. Кожен зв'язок потрібно відредагувати для забезпечення цілісності даних. Також потрібно встановити каскадне оновлення полів та каскадне видалення полів. Далі таблиці заповнюємо даними. Для роботи з БД використовується нормативно-довідкова інформація, яка міститься у довідниках, у структурі таблиць. Кожен довідник корегується і наповнюється користувачем. Дані в довідник можна імпортувати в разі необхідності з формату *.xls*.

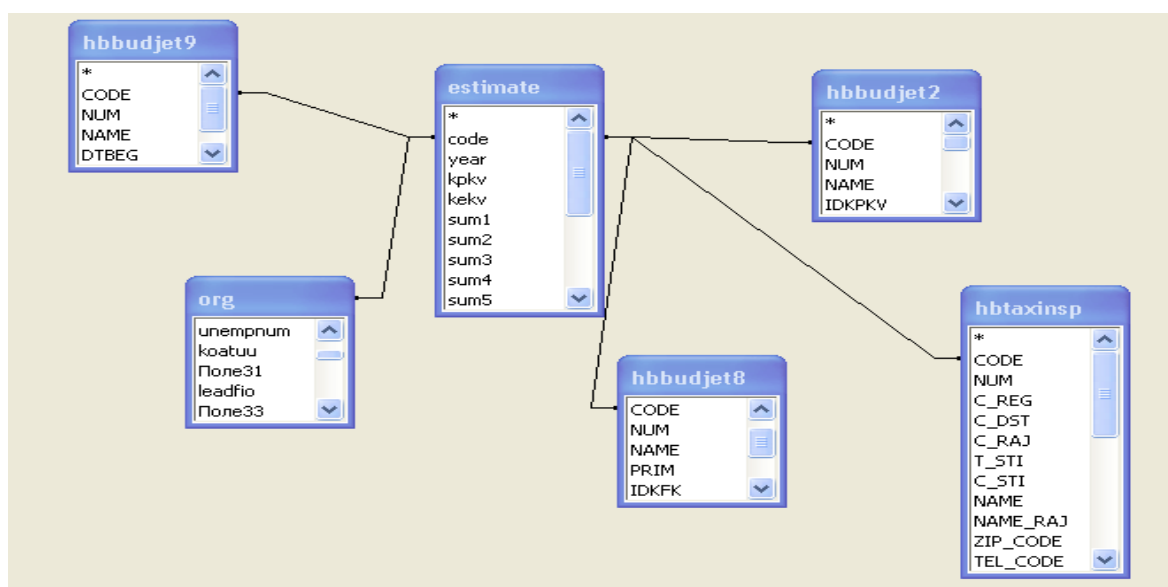


Рис. 3.7. ER-модель бази даних проекту ПК «ДПС-кошторис»*

*Побудовано автором.

Програмна реалізація удосконаленої моделі

На рис. 3.8 зображено довідник кодів економічної класифікації видатків (*КЕКВ*) і відповідна таблиця у структурі БД *HBBUDJET2*.

Теоретико-методологічні основи комп'ютерних баз знань в економіці

CODE	NUM	NAME
1000		Поточні видатки
5 1110		Оплата праці працівників бюджетних установ
6 1111		Заробітна плата
7 1112		Грошове утримання військовослужбовця
9 1120		Нарахування на заробітну плату
10 1130		Придбання товарів і послуг
11 1131		Предмети, матеріали, обладнання та інвентар, у тому числі м'який інвентар та обмундирування
12 1132		Медикаменти та перев'язувальні матеріали
13 1133		Продукти харчування
16 1136		Оренда
17 1137		Поточний ремонт обладнання, інвентарю та будівель; технічне обслуговування обладнання
18 1138		Послуги зв'язу
19 1139		Оплата інших послуг та інші видатки
20 1140		Видатки на відрядження
21 1150		Матеріали, інвентар, будівництво, капітальний ремонт та заходи спеціального призначення, що мають загальнодержавне значення
22 1160		Оплата комунальних послуг та енергоносіїв
23 1161		Оплата теплопостачання
24 1162		Оплата водопостачання і водовідведення
25 1163		Оплата електроенергії
26 1164		Оплата природного газу
27 1165		Оплата інших комунальних послуг
28 1166		Оплата інших енергоносіїв
29 1170		Дослідження і розробки, видатки державного (регіонального) значення
30 1200		Виплата процентів (доходу) за зобов'язаннями
31 1300		Субсидії і поточні трансферти
32 1310		Субсидії та поточні трансферти підприємствам (установам, організаціям)
33 1320		Поточні трансферти органам державного управління інших рівнів
34 1340		Поточні трансферти населенню
35 1341		Виплата пенсій і допомоги
36 1342		Стипендії
37 1343		Інші поточні трансферти населенню
38 1350		Поточні трансферти за кордон
39 2000		Поточні видатки
40 2100		Оплата праці і нарахування на заробітну плату
41 2110		Оплата праці

Рис. 3.8. Довідник кодів економічної класифікації видатків (КЕКВ)

Таблиця має первинний ключ і містить такі поля: Код *КЕКВ*, Назва *КЕКВ*, Дата початку *КЕКВ*, Дата закінчення *КЕКВ*.

Нормативно-довідкова інформація за кодами програмної класифікації (*КПКВ*) розміщена у довіднику *КПКВ* і має відповідну таблицю у структурі *БД HVBUDJET8*, що зображено на рис. 3.9. Таблиця має первинний ключ та містить такі поля, як Код *КПКВ*, Назва *КПКВ*.

CODE	NUM	NAME	PRIM	IDKFK	DTBEG	DTEND
27 6160000		Державна податкова адміністрація України (загальнодержавні видатки)				12/31/2006 00:
28 6161000		Державна податкова адміністрація України (загальнодержавні видатки)				12/31/2006 00:
1000 6140000		Державна податкова адміністрація України	O			12/31/2006 00:
1001 6141000		Апарат Державної податкової адміністрації України	O			12/31/2006 00:
1002 6141010		Керівництво та управління у сфері контролю за дотриманням та виконанням податкового зак	O			12/31/2006 00:
1003 6141020		Прикладні розробки у сфері оподаткування, фінансового права та діяльності податкової служ	O			12/31/2006 00:
1004 6141030		Підготовка кадрів для податкової служби вищими навчальними закладами I і II рівнів акредит	O			12/31/2006 00:
1005 6141040		Підготовка кадрів та підвищення кваліфікації Національною академією державної податкової	O			12/31/2006 00:
1006 6141050		Підвищення кваліфікації Центром перепідготовки та підвищення кваліфікації керівних кадрів	O			12/31/2006 00:
1007 6141060		Підвищення кваліфікації працівників органів податкової служби	O			12/31/2006 00:
1008 6141080		Створення автоматизованої інформаційно-аналітичної системи податкових органів	O			12/31/2006 00:
1009 6141600		Модернізація податкової служби	O			12/31/2006 00:
1299 6161020		Пенсійне забезпечення осіб начальницького і рядового складу податкової міліції				12/31/2006 00:
1321 6141070		Виплати на реалізацію положень ЗУ "Про реструктуризацію заборгованості з виплат, передб				12/31/2006 00:
1561 3507010		Керівництво та управління у сфері фіскальної політики		3016	01.01.2007	
1562 3507020		Прикладні дослідження і розробки у сфері фіскальної політики		3023	01.01.2007	
1563 3507030		Підготовка кадрів для податкової служби вищими навчальними закладами I і II рівнів акредит			01.01.2007	
1564 3507040		Підготовка кадрів та підвищення кваліфікації Національним університетом державної податк			01.01.2007	
1565 3507050		Підготовка кадрів у сфері фіскальної політики вищими навчальними закладами III і IV рівнів а		3132	01.01.2012	
1566 3507060		Реалізація заходів, передбачених Угодою про фінансування програми "Підтримка сектораль		3016	01.01.2007	
1567 3301800		Удосконалення інформаційних систем Державної фіскальної служби України та погашення кр			13.10.2015	
1605 3501800		Створення автоматизованої інформаційно-аналітичної системи фінансових і фіскальних орган				
2042 3507800		Удосконалення матеріально-технічної бази у сфері обслуговування платників податків			01.06.2012	
2265 3301010		Керівництво та управління у сфері фіскальної політики			01.04.2013	
2363 3301030		Підвищення			25.04.2013	
2369 3301030		Підвищення кваліфікації у сфері фіскальної політики			25.04.2013	
2982 3301010		Керівництво та управління у сфері фіскальної політики			06.01.2015	
3273 3301800		Удосконалення інформаційних систем Державної фіскальної служби України та погашення кр			13.10.2015	
3275 3301800		Удосконалення інформаційних систем Державної фіскальної служби України та погашення кр			13.10.2015	

Рис. 3.9 Довідник кодів програмної класифікації видатків (КПКВ)

Нормативно-довідкова інформація за кодами функціональної класифікації (*КФКВ*) розміщена в довіднику *КФКВ* і має відповідну таблицю у структурі *БД HVBUDJET9*, що зображено на рис. 3.10.

Таблиця має первинний ключ та містить такі поля, як Код *КФКВ*, Назва *КФКВ*.

Таблиця	CODE	NUM	NAME	DTBEG	DTEND
estimate	35203	330	Фіскальна державна служба України	01.01.2013	
hbbudjet2	143	1020	Соціальний захист пенсіонерів		
hbbudjet8	181	990	реструктуризація заборгованості		
hbbudjet9	6	112	Фінансова та фіскальна діяльність		
hbkpkv	14	150	Дослідження і розробки у сфері державного управління		
hbsrk	134	941	Вищі навчальні заклади I і II рівнів акредитації		
hbtaxinsp	135	942	Вищі навчальні заклади III і IV рівнів акредитації		
org	136	950	Післядипломна освіта		
Таблиця1	3013	0100	Загальнодержавні функції		
	3014	0110	Вищі органи державного управління, органи місцевої влади та місцевого самоврядування, фінансова та зовнішньополітична діяльність		
	3015	0111	Вищі органи державного управління, органи місцевої влади та місцевого самоврядування		
	3016	0112	Фінансова та фіскальна діяльність		
	3017	0113	Зовнішньополітична діяльність		
	3018	0120	Економічна допомога зарубіжним країнам		
	3019	0130	Інші загальні функції державного управління		
	3020	0131	Управління системою державної служби		
	3021	0132	Загальнодержавне планування та статистика		
	3022	0133	Інша діяльність у сфері державного управління		
	3023	0150	Фундаментальні та прикладні дослідження і розробки у сфері державного управління		
	3024	0160	Проведення виборів та референдумів		
	3025	0170	Обслуговування боргу		
	3026	0180	Міжбюджетні трансферти		
	3027	0200	Оборона		
	3028	0210	Військова оборона		
	3029	0220	Цивільна оборона		
	3030	0230	Військова допомога зарубіжним країнам		
	3031	0240	Військова освіта		
	3032	0250	Фундаментальні та прикладні дослідження і розробки у сфері оборони		
	3033	0260	Інша діяльність у сфері оборони		
	3034	0300	Громадський порядок, безпека та судова влада		
	3035	0310	Діяльність із забезпечення громадського порядку, боротьба із злочинністю та охорона державного кордону		
	3036	0320	Протипожежний захист та рятування		

Рис. 3.10. Довідник кодів функціональної класифікації видатків (КФКВ)

Для роботи з планом кошторису в роботі використовується таблиця *ESTIMATE*, що зображена на рис.3.11. Таблиця має первинний ключ та містить такі поля, як рік, код *КПКВ*, код *КЕКВ*, суми кошторису за рік помісячно.

code	year	kpkv	kekvv	sum1	sum2	sum3	sum4	sum5	sum6	sum7	sum8	sum9	sum10	sum11
35203	2017	3729800	2620				150000							
35203	2018	3729800	2620					950000					1757000	
35203	2019	3729800	2620				1000000	1000000	1500000			1500000	2000000	1000000

Рис.3.11. Таблиця ведення плану кошторису

Інформація щодо реєстру установ розміщена в таблиці *ORG*, яка зображена на рис. 3.12. Таблиця має первинний ключ та містить такі поля, як код організації, код *КПКВ*, Дата реєстрації, код Казначейства, прізвище керівника, посада керівника, код функціональної класифікації.

Таблиця	code	edgroup	name	regdate	koatuv	leadpos
estimate	35402	39468461	Державна податкова інспекція у Голосівському районі Головного управління ДФС у м. Києві		8036100000	
hbudget2	35403	39479227	Державна податкова інспекція у Дарницькому районі Головного управління ДФС у м. Києві		8036300000	
hbudget5	35404	39466328	Державна податкова інспекція у Десятицькому районі Головного управління ДФС у м. Києві		8036400000	
hbudget9	37202	39668867	Державна податкова інспекція у Печерському районі Головного управління ДФС у м. Києві		8038200000	
hbkprv	35203	39439980	Головне управління ДФС у м. Києві		8039100000	Начальник ГУ ДФС у м. Києві
hbkprv	36202	39561761	Державна податкова інспекція у Шевченківському районі Головного управління ДФС у м. Києві		8038500000	
hbkprv	35406	39467012	Державна податкова інспекція у Подільському районі Головного управління ДФС у м. Києві		8038600000	
hbkprv	35407	39513550	Державна податкова інспекція у Святошинському районі Головного управління ДФС у м. Києві		8038900000	
org	35408	39471390	Державна податкова інспекція у Солом'янському районі Головного управління ДФС у м. Києві		8038900000	
Tablesp1	29017	38760467	Державна податкова інспекція у Святошинському районі Головного управління Міндоходів у м. Києві		8038900000	
	29015	38735205	Державна податкова інспекція у Десятицькому районі Головного управління Міндоходів у м. Києві		8038900000	
	29016	38765858	Державна податкова інспекція у Оболонському районі Головного управління Міндоходів у м. Києві		8038500000	
	29002	38671091	Державна податкова інспекція у Подільському районі Головного управління Міндоходів у м. Києві		8038900000	
	29003	38747190	Державна податкова інспекція у Солом'янському районі Головного управління Міндоходів у м. Києві		8038900000	
	28602	38748099	Державна податкова інспекція у Дарницькому районі Головного управління Міндоходів у м. Києві		8036300000	
	28603	38748591	Державна податкова інспекція у Печерському районі Головного управління Міндоходів у м. Києві		8038200000	
	29020	38730029	Державна податкова інспекція у Дніпровському районі Головного управління Міндоходів у м. Києві		8036600000	
	27803	38726007	Головне управління Міндоходів у м. Києві		8039100000	Голова Комісії з реорганізації
	23402	26088860	Державна податкова інспекція у Солом'янському районі м. Києва	11.03.2002		
	17407	26088802	Державна податкова інспекція у Десятицькому районі м. Києва Державної податкової служби		8036400000	
	17408	26088819	Державна податкова інспекція у Дніпровському районі м. Києва Державної податкової служби			
	17409	26088825	Державна податкова інспекція у Оболонському районі м. Києва Державної податкової служби			
	17410	26088831	Державна податкова інспекція у Печерському районі м. Києва Державної податкової служби			
	17411	26088848	Державна податкова інспекція у Подільському районі м. Києва Державної податкової служби			Голова Комісії з реорганізації
	17412	26088854	Державна податкова інспекція у Святошинському районі м. Києва Державної податкової служби			
	17413	26088860	Державна податкова інспекція у Солом'янському районі м. Києва Державної податкової служби		8038900000	
	17414	26088877	Державна податкова інспекція у Шевченківському районі м. Києва Державної податкової служби			
	17415	1291502	Державна податкова служба у м. Києві		8039100000	
	17418	26088707	Окружна державна податкова служба - Центральний офіс з обслуговування великих платників податків Державної податкової служби			
	17405	26088788	Державна податкова інспекція у Голосівському районі м. Києва Державної податкової служби			
	17406	26088794	Державна податкова інспекція у Дарницькому районі м. Києва Державної податкової служби		8036300000	
	22603	35001207	РУ Департаменту САТ ДПА України у м. Києві		80361	
	29018	38728711	Державна податкова інспекція у Шевченківському районі Головного управління Міндоходів у м. Києві		8039100000	
	29019	38745056	Державна податкова інспекція у Голосівському районі Головного управління Міндоходів у м. Києві		8036100000	
	35405	39469994	Державна податкова інспекція у Дніпровському районі Головного управління ДФС у м. Києві			
	35603	39468697	Державна податкова інспекція в Оболонському районі Головного управління ДФС у м. Києві		8000000000	

Рис.3.12. Довідник Реєстру установ

Інформація щодо інспекцій розміщена у таблиці *HB TAXINSP*, що зображена на рис. 3.13. Таблиця містить ключове поле та такі поля, як код *ОКПП*, код організації, адреса, статус організації, телефон, факс.

Таблиця	CODE	NUM	NAME	C_STI	ADDRESS	STATUS	TEL_1	FAX
estimate	1 0101		ГУ ДФС у ХЕРСОН.ОБЛ.(ВЕЗ КРИМ)	39394259	М.СІМФЕРОПОЛЬ, ВУЛ. О.НЕВСЬКОГО, 29	0	51-20-51	25-00-72
hbudget2	2 0102		ГЕНІЧЕСЬКА ОДП(ВЕЗ КРИМ, М. АЛУШТА)	39471254	М.АЛУШТА, ВУЛ. ЛЕНІНА, 22А	0	1-42-48	5-83-11
hbudget5	3 0103		ГЕНІЧЕСЬКА ОДП(ВЕЗ КРИМ, М. АРМЯНСЬК)	39471254	М.АРМЯНСЬК, ВУЛ. ГАЙДАРА, 6	0	3-29-72	3-22-13
hbudget9	4 0104		ГЕНІЧЕСЬКА ОДП(ВЕЗ КРИМ, М. ДЖАНКОЙ)	39471254	М.ДЖАНКОЙ, ВУЛ.ДЗЕРЖИНСЬКОГО, 30	0	3-14-24	3-14-24
hbkprv	5 0105		ГЕНІЧЕСЬКА ОДП(ВЕЗ КРИМ, М. ЄВПАТОРІЯ)	39471254	М.ЄВПАТОРІЯ, ВУЛ.ДУКАЇЛІНОВА, 26	0	2-85-75	2-85-75
hbkprv	6 0106		ГЕНІЧЕСЬКА ОДП(ВЕЗ КРИМ, М. КЕРЧ)	39471254	М.КЕРЧ, ВУЛ. БОРЗЕНО, 40	0	2-04-46	2-81-00
hbkprv	7 0107		ГЕНІЧЕСЬКА ОДП(ВЕЗ КРИМ, М. КРАСНОПЕРЕКОПСЬК)	39471254	М.КРАСНОПЕРЕКОПСЬК, ВУЛ. ПІВНІЧНА, 2	0	2-18-31	2-16-61
hbkprv	8 0108		ГЕНІЧЕСЬКА ОДП(ВЕЗ КРИМ, М. САКІ)	39471254	АР КРИМ, М.САКІ, ВУЛ. КУРОРТНА, БУД. 57	0	2-31-58	2-31-58
hbtaxinsp	9 0109		ГЕНІЧЕСЬКА ОДП(ВЕЗ КРИМ, М.СІМФЕРОПОЛЬ)	39471254	М.СІМФЕРОПОЛЬ, ВУЛ. М.ЗАЛІЖА, 1/9	0	51-20-51	29-77-13
org	10 0110		ГЕНІЧЕСЬКА ОДП(ВЕЗ КРИМ, М. СУДАК)	39471254	М.СУДАК, ВУЛ. ЯБЛУНОВА, 10	0	2-2464	2-24-64
Tablesp1	11 0111		ГЕНІЧЕСЬКА ОДП(ВЕЗ КРИМ, М. ФЕОДОСІЯ)	39471254	М.ФЕОДОСІЯ, ВУЛ. КРИМСЬКА, 62В	0	2-71-20	2-71-20
	12 0112		ГЕНІЧЕСЬКА ОДП(ВЕЗ КРИМ, М. ЯЛТА)	39471254	М.ЯЛТА, ВУЛ. ВАСИЛЬОВА, 16	0	32-88-02	32-83-62
	13 0113		ГЕНІЧЕСЬКА ОДП(ВЕЗ КРИМ, М. БАХЧИСАРАЙ/БАХЧИС.Р-Н)	39471254	М.БАХЧИСАРАЙ, ВУЛ. СІМФЕРОПОЛЬСЬКА, 3	0	41890	4-18-90
	14 0114		ГЕНІЧЕСЬКА ОДП(ВЕЗ КРИМ, М. БІЛОПІРСЬК/БІЛОПР.Р-Н)	39471254	М.БІЛОПІРСЬК, ВУЛ. ЛУНАЧАРСЬКОГО, 58	0	92685	92685
	15 0115		ГЕНІЧЕСЬКА ОДП(ВЕЗ КРИМ, М. ДЖАНКОЙСЬКИЙ Р-Н)	39471254	М.ДЖАНКОЙ, ВУЛ.ДЗЕРЖИНСЬКОГО, 30	1	3-14-24	3-14-24
	16 0116		ГЕНІЧЕСЬКА ОДП(ВЕЗ КРИМ, КІРОВАВСЬКИЙ Р-Н)	39471254	СМТ.КІРОВАВСЬКЕ, ВУЛ. ФРУНЗЕ, 4	0	4-12-25	3-12-25
	17 0117		ГЕНІЧЕСЬКА ОДП(ВЕЗ КРИМ, КРАСНОГВАРДИЙСЬКИЙ Р-Н)	39471254	СМТ.КРАСНОГВАРДИЙСЬКИЙ, ВУЛ. КОМСОМОЛЬСЬКА, 4	0	2-48-06	2-48-06
	18 0118		ГЕНІЧЕСЬКА ОДП(ВЕЗ КРИМ, КРАСНОПЕРЕКОПСЬКИЙ Р-Н)	39471254	М.КРАСНОПЕРЕКОПСЬК, ВУЛ. ПІВНІЧНА, 2	1	2-19-31	16.02.196
	19 0119		ГЕНІЧЕСЬКА ОДП(ВЕЗ КРИМ, ЛЕНІНСЬКИЙ Р-Н)	39471254	СМТ. ЛЕНІНЕ ВУЛ. ДЗЕРЖИНСЬКОГО 7	0	60640	60640
	20 0120		ГЕНІЧЕСЬКА ОДП(ВЕЗ КРИМ, НИЖНЬОПІРСЬКИЙ Р-Н)	39471254	СМТ.НИЖНЬОПІРСЬКИЙ, ВУЛ. ШКОЛЬНА, 16	0	2-14-64	2-14-64
	21 0121		ГЕНІЧЕСЬКА ОДП(ВЕЗ КРИМ, ПЕРВОМАЙСЬКИЙ Р-Н)	39471254	СМТ.ПЕРВОМАЙСЬКЕ, ВУЛ. ГАГАРИНА, 18	0	9-19-97	0
	22 0122		ГЕНІЧЕСЬКА ОДП(ВЕЗ КРИМ, РОЗДОЇЛЕНСЬКИЙ Р-Н)	39471254	СМТ.РОЗДОЇЛЕНЬКЕ, ВУЛ. Л.РЯБИКИ, 16	0	9-16-83	9-16-83
	23 0123		ГЕНІЧЕСЬКА ОДП(ВЕЗ КРИМ, СІМФЕРОПОЛЬСЬКИЙ Р-Н)	39471254	АР КРИМ, М.САКІ, ВУЛ. КУРОРТНА, БУД. 57	1	2-31-58	2-31-58
	24 0124		ГЕНІЧЕСЬКА ОДП(ВЕЗ КРИМ, СІМФЕРОПОЛЬСЬКИЙ Р-Н)	39471254	СМТ.ПІРНЕ, ВУЛ. БЕЛОВА, 2	0	316188	310498
	25 0125		ГЕНІЧЕСЬКА ОДП(ВЕЗ КРИМ, СОВЕТСЬКИЙ Р-Н)	39471254	СМТ.СОВЕТСЬКИЙ, ВУЛ. МЕХАНІЗАТОРІВ, 1	0	92827	9-28-27
	26 0126		ГЕНІЧЕСЬКА ОДП(ВЕЗ КРИМ, ЧОРНОМОРСЬКИЙ Р-Н)	39471254	СМТ.ЧОРНОМОРСЬКЕ, ВУЛ. ЩОРСА, 4	0	9-23-51	92351
	27 0127		ДПІ у м.СІМФЕРОПОЛЬ	23192002	М.СІМФЕРОПОЛЬ, ВУЛ. ГАГАРИНА, 14А	2	22-33-11	0
	28 0128		ДПІ у м.СІМФЕРОПОЛЬ	23192002	М.СІМФЕРОПОЛЬ, ВУЛ. М.ЗАЛІЖА, 1	2	23-35-64	0
	29 0129		ДПІ у м.СІМФЕРОПОЛЬ	23192002	М.СІМФЕРОПОЛЬ, ВУЛ. СЕВАСТОПОЛЬСЬКА, 45	2	49-37-24	0
	30 0130		ОДПІ ВПІ у м.СІМФЕРОПОЛЬ	36822107	М.СІМФЕРОПОЛЬ, ВУЛ. М.ЗАЛІЖА, 1/9	2	51-80-88	27-01-50
	31 0137		УПРАВЛІННЯ ПОДАТКОВОЮ МІЛІЦІЄЮ В АР КРИМ	1292005	М.СІМФЕРОПОЛЬ, ВУЛ. Р.ЛЮКСЕМБУРГ, 29	0	0	25-00-72
	32 0138		РУ ДЕПАРТАМЕНТУ САТ ДПА УКРАЇНИ В АР КРИМ	26072439	М.СІМФЕРОПОЛЬ, ВУЛ. НИЙСЬКА, 73	2	236120	236120
	33 0201		ЖИМЕРІНСЬКА ОДПІ ГУ ДФС (БАРСЬКЕ ВІД-НІ)	39469292	М.БАР, ВУЛ. КОМАРОВА, 5	0	2-23-34	2-23-34
	34 0202		ГАЙСИНСЬКА ОДПІ ГУ ДФС (БЕРШАДСЬКЕ ВІД-НІ)	39469566	М.БЕРШАДЬ, ПРОВ. РОБІНТІНИЙ, 8	0	2-10-06	2-10-06
	35 0203		ВІННИЦЬКА ОДПІ ГУ ДФС (ВІННИЦЬКЕ РАЙОННЕ ВІД-НІ)	39476158	М.ВІННИЦА, ВУЛ. КОНСТАНТИНА ВАСИЛЕНКА, 21	0	27-77-94	46-04-04

Рис. 3.13. Довідник інспекцій

У роботі використано SQL-запит, за допомогою якого можна швидко вибрати потрібну інформацію користувачу з БД.

На основі SQL-запиту в роботі створено аналітичні звіти: за рік, в розрізі по місяцях. Структуру звіту *Зведення показників спеціального фонду кошторису (річний)* у режимі конструктора зображено на рис. 3.14.

Рис.3.14. Структура звіту *Зведення показників спеціального фонду кошторису (річний)* в режимі конструктора

Структуру звіту *Зведення показників спеціального фонду кошторису (річний)* в режимі конструктора зображено на рис. 3.15.

Рис.3.15. Структура звіту *Зведення показників спеціального фонду кошторису (помісячний)* в режимі конструктора

Звіт *Зведення показників спеціального фонду кошторису (помісячний)* зображено на рис. 3.16.

Теоретико-методологічні основи комп'ютерних баз знань в економіці

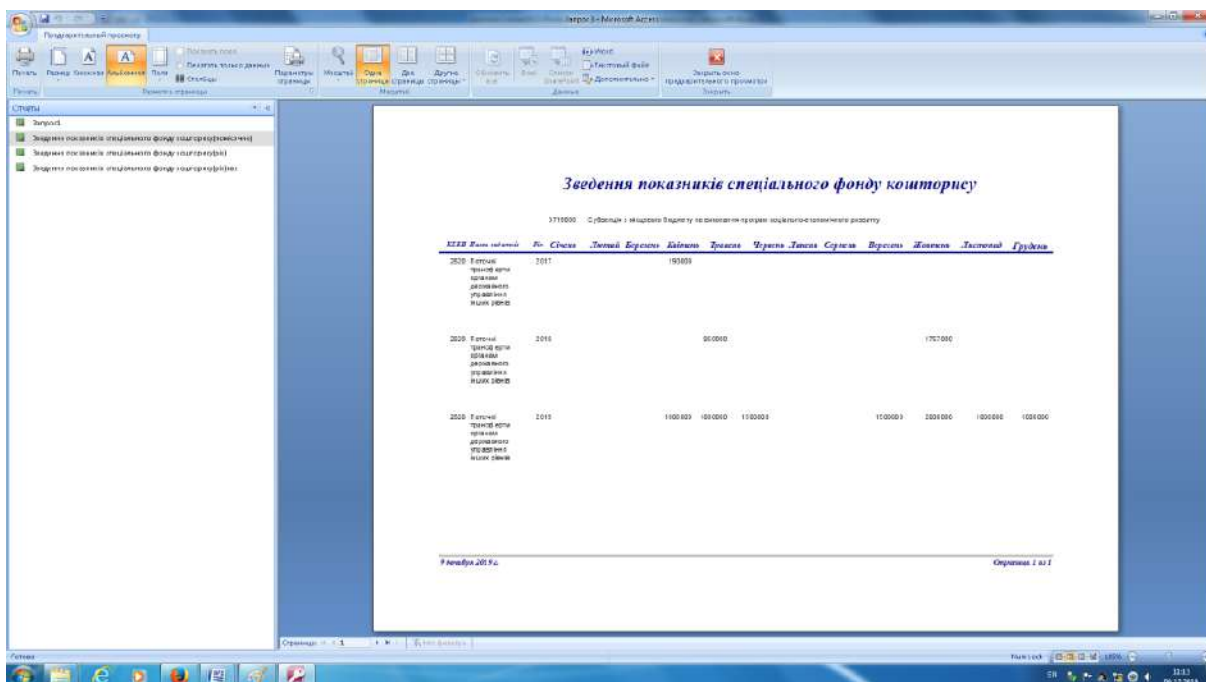


Рис.3.16. Звіт Зведення показників спеціального фонду кошторису (помісячний)

Звіт Зведення показників спеціального фонду кошторису (рік) зображено на рис. 3.17.

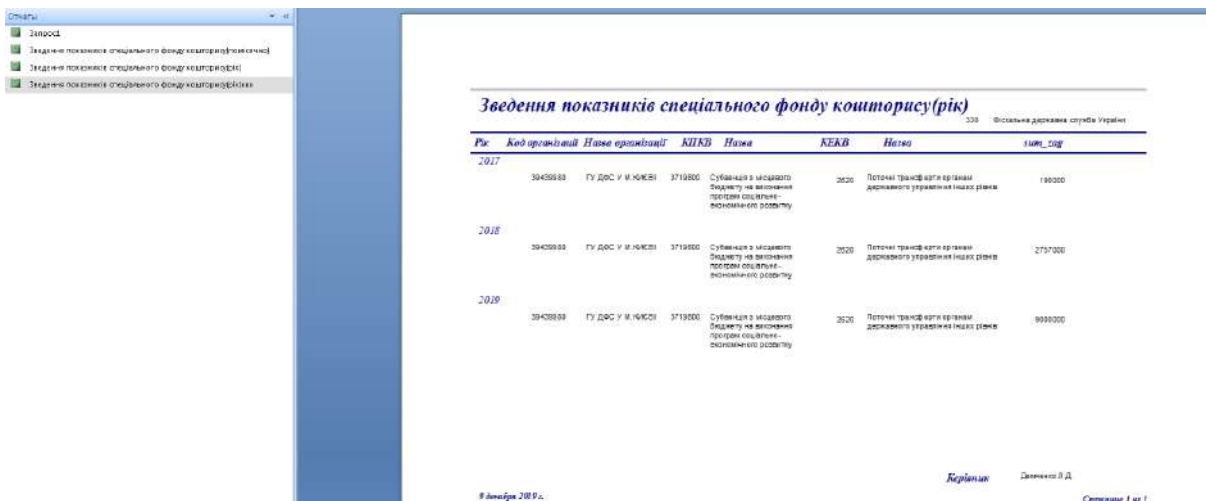


Рис.3.17. Звіт Зведення показників спеціального фонду кошторису (рік)

Для сумісності створеної бази даних із СУБД Access 97-03 збережено її у форматі *.mdb.

Отже, для забезпечення формування аналітичної звітності бухгалтерського обліку місцевого бюджету було створено реляційну БД, та наповнено її нормативно-довідковою інформацією, довідниками та

розроблено звіти: *«Зведення показників спеціального фонду кошторису місцевого бюджету (річний)»*, *«Зведення показників спеціального фонду кошторису місцевого бюджету (помісячний)»*.

Розроблена БД та формування SQL-запитів до неї значно полегшує роботу користувача щодо ведення місцевого кошторису та формування статистики щодо надання фінансування по періодах.

Список використаних джерел

1. Стан фінансування органів Державної фіскальної служби України у січні-травні 2018 року. URL: <http://sfs.gov.ua/pro-sfs-ukraini/struktura-apatat/departament-finansuvannya--buhgalters/povidomlen/povidomlennya/340628.html>.
2. Погореловська І. Д., Ситник М. Ф. Напрями розвитку функціональних можливостей автоматизованої системи управління фінансами ДПС. *Проблеми впровадження інформаційних технологій в економіці країн V-4*: матеріали X Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (Ірпінь, 16–17 травня 2019 р.). Ірпінь: Університет ДФС України, 2019. 168 с.
3. Інформаційні технології та системи: підручник / В. Л. Плєскач, Ю. В. Рогушина, Н. П. Кустова. К.: Книга, 2004. 520 с.
4. URL: <https://www.softinform.com.ua/news/shcho-take-erp-systema/>
5. URL: <https://www.bitrix24.ua/blogs/shcho-take-erp-sistema.php>
6. Зацеркляний М. М., Мельников О. Ф. Інформаційні системи і технології у фінансово-кредитних установах. URL: <https://helpiks.org/8-4011.html>. (дата звернення: 12.09.2019)
7. Кравець Р. Б., Серов Ю. О., Марковець О. В. Інформаційні технології організації бізнесу: навчальний посібник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. 228 с.
8. Шкіль Р. А. Аналітичний огляд методів моделювання бізнес-процесів в електронній комерції. URL: http://archive.nbu.gov.ua/portal/natural/vdnuzht/2008_25/articles/modelir/Shkil_25.pdf. (дата звернення: 12.03.2019).
9. Методология функционального моделирования IDEF0. Руководящий документ. М.: ИПК Издательство стандартов, 2000. 75 с.
10. Інформаційні технології та моделювання бізнес-процесів / Томашевський О. М., Цегелик Г. Г., Вітер М. Б., Дубук В. І. К.: Центр учбової літератури, 2012. 296 с.
11. Проектування інформаційних систем: посібник / за ред. В. С. Пономаренка. К.: «Академія», 2002. 486 с.
12. Липаев В.В. Методы обеспечения качества крупномасштабных программных средств. М.: СИНТЕГ, 2003. 520 с.

3.4. Математична формалізація методу Міффіна-сан Жеора визначення раціону збалансованого харчування

Всесвітня організація охорони здоров'я (далі – *ВООЗ*) склала список із десяти головних викликів для людства в галузі охорони здоров'я в 2019 році [4, 9]: забруднення повітря (за даними організації, щороку забруднене повітря вбиває 7 млн людей, викликаючи такі хвороби, як рак, інсульт, хвороби серця і легенів); неінфекційні захворювання (такі захворювання, як діабет, рак і хвороби серця, у сукупності є причиною понад 70 % усіх смертей у світі, або 41 млн осіб; з них 15 мільйонів помирають передчасно – у віці від 30 до 69 років); пандемія грипу; уразливість населення в зонах катаклізмів та військових конфліктів; стійкість інфекцій до антибіотиків; лихоманка ебола; денге; брак первинної медичної допомоги; ВІЛ/СНІД; відмова від вакцинації.

Досвід розвинених країн у питаннях використання інституційних, соціальних, соціально-психологічних і духовних підходів до вирішення проблеми здорового способу життя та профілактики захворювань, які можна адаптувати до умов національної економіки, покладено у розробку хартій та стратегій здорового способу життя, багатосторонню систему заходів зі зменшення шкоди здоров'ю шкідливими речовинами, профілактику неінфекційних захворювань, розширення партнерства в охороні здоров'я, створення сприятливого навколишнього середовища [6].

Здорове харчування – це унікальний інструмент, за допомогою якого можна зміцнити здоров'я людини, покращити адаптаційні можливості організму та, найголовніше, запобігти розвитку низки захворювань. Провідні зарубіжні та вітчизняні експерти у галузі дієтології акцентують увагу на тому, що корекція раціону є дієвим методом профілактики не лише хвороби органів травлення чи судинної патології, а й тяжких хронічних захворювань.

Цінність цього напряму лікування насамперед зумовлена тим, що корекція раціону не потребує значних матеріальних і часових ресурсів. Єдине, що має зробити людина, – це змінити своє ставлення до їжі як засобу вгамування голоду.

Головною метою харчування є забезпечення організму енергією, необхідними речовинами, мікроелементами та вітамінами для

нормального функціонування усіх органів та систем. Ретельний вибір продуктів, усвідомлення значущості їх впливу на організм є проявом поваги людини до свого здоров'я [1].

Науково доведено [5, 12], що підвищений індекс маси тіла є одним з суттєвих факторів ризику в розвитку серйозних захворювань: порушень опорно-рухового апарату (остеоартриту – дегенеративного захворювання суглобів з високим ступенем інвалідизації); серцево-судинних (хвороби серця та інсульту); діабету; деяких онкологічних захворювань (матки, молочних залоз, товстої кишки). Чим вищий індекс маси тіла, тим вищий ризик появи і посилення цих захворювань. А якщо ця проблема торкнулася дитини, до цього списку додаються труднощі з диханням, високий ризик переломів і гіпертензії, а також ранні ознаки серцево-судинних захворювань. Крім того, діти з надмірною вагою та ожирінням частіше, ніж їх більш худі однолітки, відчувають психологічні труднощі [5].

Надмірна вага та ожиріння безпосередньо пов'язані зі способом життя і культурою харчування. Здоровий різноманітний раціон, багатий овочами, фруктами, горіхами і цільними зернами, а також помірна фізична активність допомагають привести вагу тіла в норму і підтримувати її на прийнятному рівні.

Одним із способів позбавлення від зайвої ваги є харчування з дефіцитом калорій. Для цього потрібно знати свою щоденну норму кількості калорій, а також білків, жирів і вуглеводів. Існує декілька методів визначення цієї норми, до яких належать метод *Харріса-Бенедикта* та метод *Міффіна-Сан Жеора* [2, 3, 7].

Задача. Нехай для збалансованого (здорового) харчування визначено n продуктів, для яких відомі вміст білків, жирів, вуглеводів і калорій, зокрема:

$x_i^{(a)}$ – вага білків у 100 г i -го продукту,

$x_i^{(b)}$ – вага жирів у 100 г i -го продукту,

$x_i^{(c)}$ – вага вуглеводів у 100 г i -го продукту,

$x_i^{(d)}$ – кількість Ккал у 100 г i -го продукту.

Відома також оптимальна кількість калорій $S^{(d)}$ та умови обмеження для білків, жирів, вуглеводів:

$$a_1 \leq S^{(a)} \leq a_2, \quad b_1 \leq S^{(b)} \leq b_2, \quad c_1 \leq S^{(c)} \leq c_2.$$

Необхідно визначити вагу кожного з продуктів y_i , $i = \overline{1, n}$ для щоденного збалансованого (здорового) харчування.

З метою математичної формалізації задачі введемо позначення:

$$\hat{x}_i^{(a)} = \frac{x_i^{(a)} \cdot y_i}{100} - \text{вага білків } i\text{-го продукту,}$$

$$\hat{x}_i^{(b)} = \frac{x_i^{(b)} \cdot y_i}{100} - \text{вага жирів } i\text{-го продукту,}$$

$$\hat{x}_i^{(c)} = \frac{x_i^{(c)} \cdot y_i}{100} - \text{вага вуглеводів } i\text{-го продукту,}$$

$$\hat{x}_i^{(d)} = \frac{x_i^{(d)} \cdot y_i}{100} - \text{кількість Ккал } i\text{-го продукту.}$$

Тоді задачу оптимізації, відповідно до методики *Міффіна-Сан Жеора*, можна сформулювати так [10]:

знайти y_i , $i = \overline{1, n}$,

$$\text{якщо цільова функція } f(\hat{x}_1^{(d)}, \dots, \hat{x}_n^{(d)}) = \sum_{i=1}^n \hat{x}_i^{(d)} \rightarrow S^{(d)}, \quad (3.2)$$

при заданих обмеженнях:

$$\begin{cases} a_1 \leq \sum_{i=1}^n \hat{x}_i^{(a)} \leq a_2, \\ b_1 \leq \sum_{i=1}^n \hat{x}_i^{(b)} \leq b_2, \\ c_1 \leq \sum_{i=1}^n \hat{x}_i^{(c)} \leq c_2. \end{cases}$$

На першому етапі формування збалансованого (здорового) харчування необхідно розрахувати кількість білків, жирів, вуглеводів (БЖВ) і калорій залежно від зросту, ваги та статі. Розрахунок проведемо за методом *Міффіна-Сан Жеора* самостійно або скористаємось онлайн калькуляторами [7, 8]. Наприклад, розрахована щоденна кількість кілокалорій для жінки віком 46 років з показниками зросту у 156 см, вагою 59 кг та бажаним зменшенням ваги до 20% при середній фізичній активності становить 1375 (табл. 3.8).

Таблиця 3.8

**Розрахована щоденна кількість кілокалорій та
коридор значень БЖВ**

	Мінімальне значення БЖВ	Максимальне значення БЖВ
Білки, г	65,56	114,73
Жири, г	36,42	50,99
Вуглеводи, г	131,12	180,29
Калорії, ккал	1375,00	

На другому етапі формування збалансованого (здорового) харчування необхідно вибрати перелік харчових продуктів та скласти табл.3.9 вмісту *БЖВ* у цих продуктах [11].

Таблиця 3.9

Вміст БЖВ у продуктах харчування

	А	В	С	Д	Е
	У 100 г продукту				
	Продукти	Білки, г	Жири, г	Вуглеводи, г	Ккал
1	Апельсин	0,9	0	8,4	37
2	Кальмар	18	0,3	0	74
3	Капуста цвітна	2,5	0	4,9	29
4	Кисляк	2,8	3,2	4,1	56
5	Молоко	2,8	3,2	4,7	58
6	Пастила	0,5	0	80,4	323
7	Перець зелений солодкий	1,3	0	4,7	24
8	Рис	8	1	76	345
9	Яйце куряче	12,7	11,5	0,7	157
10	Яловичина тушкована	16,8	18,3	0	231

Для розв'язання поставленої задачі оптимізації (ф.3.2) скористаємось універсальним засобом опрацювання табличних даних *MS Excel* і складемо табл.3.9 та табл.3.10.

Таблиця 3.10

Початковий стан розрахункової таблиці задачі оптимізації (ф. 3.2)

	Формули для розрахунку					
	<i>Продукти</i>	<i>Білки, г</i>	<i>Жири, г</i>	<i>Вуглеводи, г</i>	<i>Ккал</i>	<i>Дієта, г</i>
1	Апельсин	0,00	0,00	0,00	0,00	
2	Кальмар	0,00	0,00	0,00	0,00	
3	Капуста цвітна	0,00	0,00	0,00	0,00	
4	Кисляк	0,00	0,00	0,00	0,00	
5	Молоко	0,00	0,00	0,00	0,00	
6	Пастила	0,00	0,00	0,00	0,00	
7	Перець зелений солод.	0,00	0,00	0,00	0,00	
8	Рис	0,00	0,00	0,00	0,00	
9	Яйце куряче	0,00	0,00	0,00	0,00	
10	Яловичина тушкована	0,00	0,00	0,00	0,00	
	СУМА	0,00	0,00	0,00	0,00	

Таблиця 3.11

**Розрахована щоденна кількість кілокалорій та
коридор значень БЖВ**

	Н	І	J	К
	Мінімальне значення БЖВ		Розрахункове значення БЖВ	Максимальне значення БЖВ
1	Білки, г	65,56	0,00	114,73
2	Жири, г	36,42	0,00	50,99
3	Вуглеводи, г	131,12	0,00	180,29
4	Калорії	1375,00		

Таблиця 3.12

У діапазоні B16:D26 таблиці 3 введемо необхідні формули

	A	B	C	D	E	F
	Формули для розрахунку					
	Продукти	Білки, г	Жири, г	Вуглеводи, г	Ккал	Діє- та, г
1	Апельсин	=F16/100*B3	=F16/100*C3	=F16/100*D3	=F16/100*E3	
2	Кальмар	=F17/100*B4	=F17/100*C4	=F17/100*D4	=F17/100*E4	
3	Капуста цвітна	=F18/100*B5	=F18/100*C5	=F18/100*D5	=F18/100*E5	
4	Кисляк	=F19/100*B6	=F19/100*C6	=F19/100*D6	=F19/100*E6	
5	Молоко	=F20/100*B7	=F20/100*C7	=F20/100*D7	=F20/100*E7	
6	Пастила	=F21/100*B8	=F21/100*C8	=F21/100*D8	=F21/100*E8	
7	Перець зелений солодкий	=F22/100*B9	=F22/100*C9	=F22/100*D9	=F22/100*E9	
8	Рис	=F23/100*B10	=F23/100*C10	=F23/100*D10	=F23/100*E10	
9	Яйце куряче	=F24/100*B11	=F24/100*C11	=F24/100*D11	=F24/100*E11	
10	Яловичина тушкована	=F25/100*B12	=F25/100*C12	=F25/100*D12	=F25/100*E12	
	СУМА	=СУММ(B16:B25)	=СУММ(C16:C25)	=СУММ(D16:D25)	=СУММ(E16:E25)	

- Скористаємось надбудовою *Пошук розв'язку програми MS Excel*:
- виконаємо необхідні обчислення у стовпці *Розрахункове значення БЖВ* табл.3.13;
 - виділимо комірку E26, в якій обчислено суму калорій; ця комірка є цільовою;
 - запустимо надбудову *Пошук розв'язку* (рис. 3.18).

Таблиця 3.13

Розрахункове значення БЖВ
=B26
=C26
=D26

Розв'язком задачі оптимізації (ф.3.2) є значення у комірках F15:F26 (табл. 3.14).

Таблиця 3.14

**Розв'язок задачі оптимізації
збалансованого (здорового) харчування**

	А	Б
	Продукти	Дієта, г
1	Апельсин	14
2	Кальмар	52
3	Капуста цвітна	0
4	Кисляк	14
5	Молоко	12
6	Пастила	68
7	Перець зелений солодкий	1
8	Рис	137
9	Яйце куряче	95
10	Яловичина тушкована	206

Параметры поиска решения

Оптимизировать целевую функцию:

До: ☐ Максимум ☐ Минимум ☒ Значения:

Изменяя ячейки переменных:

В соответствии с ограничениями:

☒ Сделайте переменные без ограничений неотрицательными

Выберите метод решения:

Метод решения

Для гладких нелинейных задач используйте поиск решения нелинейных задач методом ОПГ, для линейных задач - поиск решения линейных задач симплекс-методом, а для негладких задач - эволюционный поиск решения.

Рис. 3.18. Параметри надбудови Пошук розв'язку для задачі оптимізації

У розділі поставлено задачу оптимізації для формування раціону здорового (збалансованого) харчування на основі методу Міффіна-Сан Жеора, запропоновано технологію розв'язання задачі засобами програми *MS Excel* з використанням надбудови *Пошук розв'язку*.

Список використаних джерел

1. Gastro_1_2019. URL: http://ir.nmapo.edu.ua:8080/jspui/bitstream/lib/9860/1/Zdorov_harchy_vania_6-7.pdf.
2. Harris-Benedict-Basal metabolic rate Calorie Calc – GlobalRPH: URL: <https://globalrph.com/medcalcs/harris-benedict-basal-metabolic-rate-calorie-calc/>
3. Mifflin M. D., St. Jeor S. T., Hill L. A., Scott B. J., Daugherty S. A., Koh Y. O. A new predictive equation for resting energy expenditure in healthy individuals // American Journal of Clinical Nutrition, Vol. 51. P. 241–247.
4. World Health Organization | Ukraine. URL: <https://www.who.int/countries/ukr/en/>.
5. Горобей М.П. Проблеми надлишкової ваги та ожиріння школярів і студентів: *Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту*. Харків: ХОВНОКУ-ХДАДМ, 2012. № 5. 162, [47–49] с. URL: <https://www.sportpedagogy.org.ua/html/journal/2012-05/PP201205.pdf#page=48>.
6. Желюк Т. Сучасні підходи до реалізації публічної політики у сфері охорони здоров'я. *Вісник Тернопільського національного економічного університету* [S.l.], n. 1, p. 37–50, may 2019. ISSN 2706-8765. URL: <http://visnykj.tneu.edu.ua/index.php/visnykj/article/view/834/948>. (дата доступу: 14 June 2020). DOI: https://doi.org/10.35774/visnyk_2019.01.037.
7. Как посчитать калории и БЖУ: таблица для расчетов! URL: <https://goodlooker.ru/tablica-dlya-raschetov-bzhu.html>.
8. Калькулятор калорій онлайн (розрахунок калорій). URL: <https://medfond.com/static/kalkulyator-kalorii.html>.
9. Панфілович О. ВООЗ назвала 10 головних загроз здоров'ю людства у 2019. URL: <https://thebabel.com.ua/news/24353-grip-lihomanka-denge-i-vidmovav-vid-vakcinaciji-vooz-nazvala-top-10-zagroz-zdorov-yu-lyudstva-v-2019>.
10. Ратушняк Т.В., Вишемірська Я.С., Шостак А.С. Математична формалізація методу Міффіна-Сан Жеора. *Проблеми впровадження інформаційних технологій в економіці країн V-4*: матеріали X Міжнародної науково-практичної конференції (16–17 травня 2019 року): Ірпінь: УДФСУ, 2019. С. 105–106. URL: http://fitm.nusta.edu.ua/wp-content/uploads/2019/06/%D0%9F%D0%92%D0%86%D0%A2%D0%95-2019-%D0%97%D0%B1%D1%96%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%BA_3.pdf.
11. Таблиці БЖВ і калорійності продуктів харчування на 100 грам Фітнес Україна - Fitness UA. URL: <https://fitness.org.ua/tablici-bjy-i-kaloriinosti-prodyktiv-harchyvannia-na-100-gra/>
12. Шафранський В. В., Слабкий Г. О., Качала Л. О. Основи європейської політики і стратегія для XXI століття: стратегічне керівництво в інтересах здоров'я. *Економіка і право охорони здоров'я*. 2016. № 2 (4). С. 72–75. URL: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/10654/1/2016-2-eip.pdf>.

3.5. Media of business processes optimization with the ERP-system «galaxy» in training specialists of financial and economic profile

The problem and its setting. Today, along with high-tech equipment, qualified personnel, the lion's share belongs to advanced information and communication technologies of the process control systems. These intellectually-minded systems provide management with a variety of performance indicators, managerial decisions and fate of the whole company depend on how quickly, efficiently and conveniently they are working.

The growth of financial and economic planning scale in our country and implementation of European economic programs requires appropriate solutions to the use of modern information technologies in economics. Accomplishment of these tasks requires professional mastering of modern information technologies in educational process of future specialists of economic profile.

Current management information systems that are used in professional education of future specialists at universities allow to form the appropriate level of information and computer culture in future economists, financiers, accountants and lawyers, gain practical skills using modern information technology in the processing of financial and economic information, and acquire theoretical knowledge about principles of construction, operation, organization and use of information systems in the financial and banking institutions.

Various economic information technology services are rapidly developing and integrating into solution of different vocational training problems in education. That's why the issues of the development of new, innovative services of the economic problems optimization and methods of their usage in educational process are actual and unresolved.

Using information technology in financial and banking systems and economic information processing requires trained professionals with the skills in using basic software packages and advanced applications.

Analysis of recent studies and publications. A great quantity of scientific research of well-known scientists is devoted to the issues of using information support in higher education I. S. Voitovych, M. I. Zhaldak, O. G. Kuzmyska, N. V. Morze, Y. S. Ramskyi, V. P. Serhiienko, S. O. Semerikova, O. A. Spirina, M. A. Shynenko and many others; issues of information

security in the banking and financial activities are shown in publications R. K. Butova, N. V. Yeromina, I. O. Zolotareva, V. S. Kotkovskiy, V. O. Novak, V. S. Ponomarenko, S. P. Rippa, A. Y. Strakharchuk and others.

The purpose of the article is to present information tools for business processes optimization by the system in professional education of future specialists of financial and economic profile and disclose information techniques and technologies in the ERP “Galaxy” system due to which future professionals can perform modeling of economic problems.

Description of basic material. Professional activity of modern financier and economist resulting from the numerous systems of tasks, which should be performed by an economist in order to realize all steps towards improving the economic process.

Basic principles of state policy in education of future specialist are reflected in many regulatory documents. The main priority of their strategic development is the formation of competent professional in economics able to function in modern information society.

Data about the use of information technologies in professional activity concerning education was mentioned in many legal documents, in particular the positions of the state program "Teacher". One of the requirements to the modern information technology society is the modernization of vocational education of future specialist, whose task is computerization of educational establishments, informatization of educational process, etc. [3].

Modern software products have already been widely used in the educational process of training future professionals of SFS of Ukraine: «Galaxy» (v.9.1); «IC: Enterprise» (v.8.2); «Lawyer + Law»; «League: the Law» (v.9); «Parus-Enterprise» (v.7); “M. E. Doc” and others which provide computer and information training in today’s rapidly changing conditions of information society. New forms of information exchange led to the emergence of the new forms of business organization using the modern means of data transfer [4].

Formation of the educational process requires the use of information technologies on the basis of technological and methodological support system creation in professional education. Preparing future lawyers, economists, accountants, inspectors of customs service and tax police officers relies on reproduction of typical situations that often arise in professional activity. Modern professional qualities of future specialists of

tax service are the willingness and ability to focus and perform activities of a taxman in various standard and non-standard conditions and situations that may appear in profession activity [6, p.405].

The success of any financial or banking company in modern market is a fast reaction to changes occurring in the market and ways of running a business. It is very important to use advanced information technologies in such circumstances for profitable enterprise that will provide an effective solution of management problems and monitoring of business processes that will allow them to respond flexibly to external and internal changes in the company and achieve business goals.

Due to the modern information technologies and hardware-software computing platforms Ukrainian enterprises strive to win the competition, ensure increase of productivity and efficiency. New information technology can effectively provide the relationship with the companies-borrowers and automate the process of financial and credit cooperation, find new ways of making extra money [1, p.480].

The main tools of intensive enterprise development are monitoring and optimization of business processes. Optimization of business processes is directed towards increase of business process management efficiency and formation of the company's business standard «as it should be». In turn, the standard of the company's business is the basis for creation of internal regulations and employees personnel administration plan, organization of personnel training, and solve the problem of business processes automation. Integrated business processes automation is one of the most important levers that ensure improvement of any enterprise.

Modern information systems improve economic activity in the domestic and international market of financial services. Levels of financial activity cannot be improved without a reliable and effective information system [8, p.11].

Carrying out various kinds of monitoring leads to the business processes optimization and increase the efficiency of financial activity in the whole. Perfect example of business processes automation in Ukraine is the use of *ERP «Galaxy»* system, which allows us to implement the monitoring of business processes in the enterprise and embedded tools can increase the efficiency while planning and optimization of business processes.

Professionally-oriented fundamental training of future economists requires synthesis of the necessary level of knowledge, skills and teaching experience, awareness of goals and objectives, including specific management solving problem situations and business processes monitoring.

The dynamic development of modern information technology makes changes in the methods of the educational process. Problems of the study: to describe the models due to which the use of IT in education for specific objectives and teaching methods is effective [2, p.81].

Modeling of future economists training aimed at searching the optimal responses and options for solving the economic problems related to the optimization of abstract company economic performance. In this practice future professionals imitate future professional activity performing various educational tasks, choosing ways and means of interpretation according to the tasks and checking their accuracy.

Today, there are many software tools that provide management functions for the differentiated technology of automated data processing, automation of management functions, decisions support and electronic office, etc. [5, 11].

Today an effective means of modeling of future economists' professional activity is testing database of modern management «*Galaxy*» ERP system. This program is useful in teaching students, in fact creates transparency of business processes for all participants, management and partners.

Managers and professionals of the departments are able to track the enterprise's problem points, analyze and quickly eliminate their occurrence, make operational management decisions based on reliable data from various sources. In particular, executives have the opportunity to monitor the status of key performance indicators of an enterprise, thus increase the efficiency of tactical and strategic business management.

By means of ERP-System «*Galaxy*» in the module *Controlling* we can conduct all the basic operations of the company monitoring and formation of the reports. In particular, using software modules ERP-system, future economists learn:

- to analyze the profitability of a certain product group;
- to conduct deep detalization when planning expenditures, providing maximum validity of the planned expenditures;
- to reveal deviation facts from planned expenditures and develop measures of their reduction;

- to monitor limits both of individual budget expenditures and in the whole budget, excluding unauthorized, hidden increase of expenditures;
- to ensure the accuracy of the data through multi control, the results of one employee affect the activity of others;
- rapidly receive financial performance data for a quick decision making about the reduction or increase of certain types of production or product range.

Using ERP-test system «Galaxy» in teaching, future economists learn not only how to analyze, but also how to perform price policy monitoring on the market. It is necessary to analyze and evaluate accrued costs for finished products (*Fig.3.19*). Report on accrued costs is being formed through defining the evaluation time and object which is stored in Microsoft Excel. By means of these forms you can monitor the expenditure changes dynamic by accounting cost and various criteria (in terms of formation) (*Fig. 3.19*):

- on certain goods (finished goods);
- certain producers (suppliers of components);
- in the whole production order.

	A	B	C	D	E
1	[19/06/2015, 12:45, Пользователь: st005]				
2					
3	Калькуляция затрат по объекту оценки				
4	за 1 квартал 2015 г.				
5					
6	Тип объекта оценки	Производственные заказы			
7	Объект оценки	Производственный заказ_Цех подготовки_январь 2015 (19/06/2015)			
8					
9					
10	Значение аналитики				
11					
12					
13					
14					
15	Прайс-лист для МЦ	Готовая продукция			
16	Прайс-лист для услуг				
17	Набор статей калькуляции	Основной вариант			
18	Разрез формирования	<в целом по объекту>			
19	Изготовитель	в целом по изготовителям			
20	Валюта	грн			
21					
22					
23					
24	Наименование статьи калькуляции	Сумма на объем			
25	Сырье и основные материалы				
26	Расходы на оплату труда				
27	.Основная зарплата				
28	.Отчисления с з/п				
29	Общепроизводственные расходы	10 504,80			
30	.Общепр. расходы	10 504,80			
31	.Электроэнергия				
32	Общехозяйственные расходы	13 446,14			
33	.Общехоз. расходы	13 446,14			
34	Внепроизводственные расходы	31 514,40			

Fig. 3.19. Tracking of the expenditure changes dynamic by accounting cost

As a result, the system provides the opportunity for future economists to receive reporting forms of accounting cost object, combined statement of accounting cost, cost-accounting balance and production prime cost.

Monitoring of using *ERP «Galaxy»* system is carried out by future specialists and provides monitoring of plans based on plan-factor analysis of indicators (sales point analysis, structural analysis, comparative analysis and rating analysis). Monitoring of plans allows the user to identify the problems, analyze their nature and origin, and develop effective means to eliminate shortcomings.

Future economists are able to form planned values on revenue receipts on the basis of timetable contracts (financial module of the «Galaxy» program) and planned values can be taken from supporting documents. Actual indicator values on revenue receipts are formed on the basis of these payments, cash and other financial documents. The main purpose of the analysis is to reveal trends in the indicators dynamics.

The comparative analysis in the «Galaxy» system ensures the analysis of changes in absolute and relative terms, as well as structural changes for different periods. In order to analyze the differences it is needed to define the base period - a period that will be compared with the current indicators value.

ERP system has specialized modules for budget management in its structure that automates the following steps: *budget preparations and software modeling of its variants → coordination and approval of budgets → control over implementation of budgets and analysis of target indicators' compilation → correction of the budget and formation of the reporting forms [7].*

The budget management system has the ability to compare planned and actual figures for the current and prior periods, the percentage deviation of the actual indicators from the planned, articles detailing, etc.

The above examples of *ERP-«Galaxy»* usage allow us to prepare and use an effective system of monitoring and analysis of the company's economic and business activity. When profitability is falling, market competition increasing then ERP system is the number one for the company's recovery.

The implementation of various e-learning in the training of future financiers and economists depends on the availability of clearly thought out methodological training system of teachers, academic staff with

modern information technologies, refocusing on skills formation of using information and communication technologies in their professional activity [2, p.135].

Conclusions. Most future financiers and economists have the great pleasure to learn modern information technologies which allow them to develop intellectual abilities and raise their professional level using information and communication technologies.

Gradual modeling of professional activity is conducted by using information tools of business processes' monitoring and optimizing by means of *ERP*-system «Galaxy» in the learning process of future economists. *ERP* system allows future economists, financiers, taxmen to determine changes in the economic environment and their effect on the company's quality and explore ways of their effectiveness.

Systems-creating factors that can reveal modules of *ERP*-system «Galaxy» allow future graduates of economic universities to create special professional competence and general professional qualities in the learning process of professional activity.

The use of modern information technologies in educational process of future economists and financiers encourages them to professional growth and encourages teachers to seek new forms and methods of teaching that would help young specialists to understand their profession better and acquire professional competence under conditions created by the new information society.

Aspects for further research. Challenging issues are the professional client applications' development on the basis of cloud services and methods organization of their usage in professional education of future specialists of SFS of Ukraine.

Список використаних джерел

1. Ведернікова С.В. Інформаційні технології як інструмент взаємодії банківської сфери з національною економікою. *Актуальні проблеми економіки*. 2012. № 4 (130). С. 78–85.
2. Глибовець М. М., Кирієнко О. В. Використання інформаційних технологій у навчальному процесі. *Наукові записки НаУКМА*. Том 125. Комп'ютерні науки. 2011. С. 78–85.
3. Державна національна програма «Освіта» (Україна ХХІ ст.). К.: Радуга, 1994. 61 с.

4. Дубчак Л. В., Іванова Л. І., Свириденко В. Ю. Інформаційні системи і технології у фінансах: Навчальний посібник. Ірпінь: Національний університет ДПС України, 2008. 194 с.
5. Информационные технологии управления: учеб. пособие для вузов / под ред. Г.А.Титоренко. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005. 439 с.
6. Одинець В.А., Ніжегородцев В.О. Інформаційно-комунікаційні технології як засіб якісної професійної підготовки фахівців податкової та митної служби. *Гуманітарний вісник ДВНЗ «Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет імені Григорія Сковороди»*. Додаток 1 до Вип. 31. Том IX (51): Тематичний випуск «Вища освіта України у контексті інтеграції до європейського освітнього простору». К.: Гнозис, 2013. С. 402–409.
7. Чернявская О. Автоматизируем бюджеты. *Бухгалтерия*. 25 мая 2015 г. № 21 URL: <http://galaktika.ua/blog/avtomatiziruem-byudzhety-statya-v-gazete-buxgalteriya.html>. Назва з екрану.
8. Інформаційні системи в фінансово-кредитних установах: курс лекцій / упоряд. А.І. Ткач, І.І. Ткач. Тернопіль: ТНЕУ, 2008. 120 с.

References

1. Vedernikova S.V. Informatsiyni tekhnolohiyi yak instrument vzayemodiyi bankivskoyi sfery z natsional'noyu ekonomikoyu. *Aktual'ni problemy ekonomiky*. 2012. #4 (130), S. 78-85.
2. Hlybovets' M. M. Vykorystannya informatsiynykh tekhnolohiy u navchal'nomu protsesi/ M. M. Hlybovets', O. V. Kyriyenko // *Naukovi zapysky NaUKMA*. Tom 125. Komp'yuterni nauky. 2011. S. 78-85.
3. Derzhavna natsional'na prohrama «Osvita» (Ukrayina KhKhI st.). K.: Raduha, 1994. 61 s.
4. Dubchak L. V. Informatsiyni systemy i tekhnolohiyi u finansakh: Navchal'nyy posibnyk / L. V. Dubchak, L. I. Ivanova, V. Yu. Svyrydenko. Irpin': Natsional'nyy universytet DPS Ukrayiny, 2008. 194 s.
5. Informatsyonnye tekhnolohyy upravleniya: Ucheb. posobyе dlya vuzov / Pod red. H. A. Tytorenko. M.: YuNYTY-DANA, 2005. 439 s.
6. Odynets' V. A. Informatsiyno-komunikatsiyni tekhnolohiyi yak zasib yakisnoyi profesiynoyi pidhotovky fakhivtsiv podatkovoyi ta mytnoyi sluzhby / V. A. Odynets', V.O. Nizhehorodtsev // *Humanitarnyy visnyk DVNZ «Pereyaslav-Khmel'nyts'kyu derzhavnyy pedahohichnyy universytet imeni Hryhoriya Skovorody»* Dodatok 1 do Vyp. 31. Tom IKh (51): Tematychnyy vypusk «Vyshcha osvita Ukrayiny u konteksti intehtratsiyi do yevropeys'koho osvith'oho prostoru». K.: Hnozys, 2013. S. 402-409.
7. Oksana Chernyavskaya. Avtomatyziruem byudzhety. "Bukhhalteryya" #21 ot 25 maya 2015 h. [Elektronnyy resurs]: Rezhym dostupu: <http://galaktika.ua/blog/avtomatiziruem-byudzhety-statya-v-gazete-buxgalteriya.html>. Nazva z ekranu.
8. Tkach A.I. Informatsiyni systemy v finansovo-kredytnykh ustanovakh: Kurs lektsiy / Uporyad. A.I. Tkach, I.I. Tkach. Ternopil': TNEU, 2008. 120 s.

ВИСНОВКИ

1. Проаналізовано неповноту інформації та неточність даних інформаційних ресурсів податкового відомства щодо діяльності платників податків, зроблено висновок, що для побудови ефективної системи управління діяльністю органів ДФС України необхідне об'єднання зусиль експертів у галузі оподаткування, сучасних технологій аналізу інформації, управління знаннями. Комплексна система управління податковим відомством повинна включати такі елементи: нормативно-методологічне забезпечення операційної діяльності, ефективну організаційну та інформаційну інфраструктуру; системи: підтримки прийняття управлінських рішень, управління ризиками, контролю результативності діяльності, управління якістю.

2. Доведено, що у світових аспектах розвитку інжинірингові послуги стають все більш поширеними, адже значно збільшують ефективність вкладеного капіталу. Досвід економічно розвинених країн свідчить, що однією з основних передумов економічного зростання та інноваційного розвитку економіки є саме розвиток ринку інжинірингу. Роль України у міжнародному інжинірингу на цьому етапі незначна, але позитивною тенденцією є розвиток на теренах нашої країни вітчизняних інжинірингових компаній, які мають конкурентні переваги.

3. Продемонстровано, що головна мета управління знаннями – створення нових, більш потужних конкурентних переваг. Управління знаннями підприємства має бути процесом, який забезпечує синергетичну взаємодію обробки інформації та даних за допомогою сучасних інформаційних технологій, а також інноваційну активність працівників. Система управління знаннями має базуватись на єдиному інтегруючому підході до використання нових управлінських, маркетингових та інформаційних технологій, інноваційної активності та творчості людей.

4. Досліджено проблематику технології блокчейн, яка реалізує нову концепцію цифрового розвитку економіки з високим потенціалом і забезпечує безпеку даних та діє автоматизовано, усуваючи проблеми з посередниками, і тим самим знижується ризик людської помилки. Впровадження цієї технології дасть змогу створити новий обчислювальний сегмент, де економічні дані будуть безпечно оброблені та проаналізовані, а потім успішно використані у моделях дослідження економічних процесів та систем.

5. Вивчено теоретико-методичні передумови та оцінено можливості онтологій і перспектив побудови вітчизняного сегмента семантичного вебу щодо інформатизації сфери оподаткування. Показано, що в межах проведених досліджень створені і впроваджуються системи відповідного програмного забезпечення та вебдодатків, орієнтованих на процедури податкового аудиту та оцінки податкових ризиків у межах тестових наборів даних електронних декларацій та можливостей проведення контрольно-перевірочної роботи органами ДФС із залученням інструментів та технологій *XML*-форматів, які вже сьогодні є стандартом для електронної податкової звітності. Розглянуто можливості розширення робіт щодо створення податкових таксономій, *RDF*-словників, онтологій та їх підтримки в межах сегмента семантичного вебу для фінансової сфери України, а також підготовки відповідних навчально-методичних і практично-орієнтованих матеріалів для працівників ДФС і платників податків на основі засобів дистанційного навчання.

6. Показано, що сьогодні збільшення ефективності роботи інформаційних систем з отриманням інформації з оподаткування пов'язують не тільки з алгоритмами обробки, але й з тим, наскільки актуальні та пертинентні дані вони обробляють. Це збільшує важливість підсистеми пошуку інформації. Персоніфікація дозволяє з великої кількості IP, релевантних запиту користувача, відібрати ті, які стосуються його поточних інтересів, позбавивши самого користувача від рутинного аналізу запропонованої інформації. Основна тенденція семантизації пошукових засобів пов'язана з переходом від виявлення документів, що містять певні ключові слова, до пошуку знань, необхідних для виконання поставленого перед користувачем завдання. Це особливо важливо для динамічних сфер знань, до яких відносять оподаткування. Використання онтології для отримання податкової інформації дозволить знаходити та обробляти найновіші документи – закони та інструкції, аналітичні звіти, рекомендації тощо, і це допоможе користувачам, що не є спеціалістами в інформаційних технологіях, легко та успішно застосовувати методи керування знаннями.

7. Досліджено питання застосування інструментів дейтамайнінгу на прикладі рішень завдань класифікації, проведено порівняльний аналіз якості моделей в середовищі *Oracle SQL Developer* та *Data Miner* на прикладі задач оцінки збитковості підприємств і показано, як цей компонент інформаційно-аналітичної системи ДФС України можна використовувати у технологіях менеджменту знань.

8. Розглянуто важливі питання використання моделей як основного артефакту упродовж всього життєвого циклу розробки інформаційних систем, яка дозволяє автоматизувати велику частину роботи, що за традиційного підходу робиться вручну. Найбільш відомим представником модельно-орієнтованого підходу є *Model-Driven Architecture*, головна можливість якого проявляється у відокремленні логіки предметної області від конкретної технології реалізації, дозволяючи цим двом частинам змінюватись незалежно одна від одної.

9. Представлена реалізація технології генерації коду з *UML*-моделі під час розробки проєктів надає такі переваги: 1) прискорення розробки за рахунок автоматичної генерації типових фрагментів коду; 2) читання проєктів та навігація по *UML* діаграмах значно простіші, ніж читання вихідних текстів у файлах; 3) легкість модернізації за рахунок швидкого відстеження усіх зв'язків між об'єктами.

10. Проведено дослідження окремих моделей освітніх систем підготовки компетентних *IT*-фахівців, розроблено і запропоновано до впровадження проєктну педагогічну технологію зі створення *Наскрізного індивідуального проєкту* у процесі міждисциплінарного інформаційного моделювання на основі наскрізного об'єкта дослідження під час викладання декількох комп'ютерних дисциплін. Показано, що ця технологія відповідає основним принципам міжнародної концепції *CDIO* і є достатньо перспективною, значно підвищилась пізнавальна активність студентів і глибина знань з дисциплін, орієнтація на альтернативність реалізації. Усе це підтверджує, що існує конкретна потреба у методичному забезпеченні дисциплін за проєктною педагогічною технологією, психологічній перебудові поглядів викладачів на необхідність зміни класичних принципів, а також в дослідженні комплексного підходу до підготовки компетентних *IT*-фахівців.

11. Досліджена проблематика побудови і використання комп'ютерних баз знань у процесах дистанційного навчання студентів *IT*-спеціальностей з використанням інструментів *fuzzy*-логіки у процесах побудови онтологій для індивідуальних траєкторій навчання.

12. Представлено результати моделювання автоматизованих систем управління у поєднанні з когнітивними методами аналізу ситуацій, коли менеджер-аналітик може створити модель вирішення потрібної проблеми і має можливість вплинути на управління підприємством в режимі реального часу за існуючих технологічних, економічних,

політичних та інших умов, орієнтуючись на споживача та ефективно виконуючи маркетингову, організаційну, виробничу і фінансову функцію підприємства.

13. Продемонстровано методики інфологічного проєктування моделі аналітичної звітності бухгалтерського обліку місцевого бюджету, створення реляційної *БД*, її наповнення нормативно-довідковою інформацією на прикладі звітності «Річного зведення показників спеціального фонду кошторису місцевого бюджету» та «Місячного зведення показників спеціального фонду кошторису місцевого бюджету». Для розробленої *БД* представлена технологія формування *SQL*-запитів, яка значно полегшує роботу користувачів щодо ведення місцевих кошторисів та формування фінансової статистики.

14. Запропоновано розв'язання оптимізаційної задачі формування раціону здорового (збалансованого) харчування на основі методу Міффіна-Сан Жеора стандартними інструментами «Пошуку розв'язку» з демоприкладом на платформі *MS Office* для електронних таблиць *Excel*.

15. Представлено результати дослідження технологій використання сучасних інформаційних технологій в обробці фінансово-економічної інформації з метою підготовки компетентних спеціалістів, які вміли б професійно застосовувати базові програмні засоби та пакети прикладних програм на рівні різноманітних програмних модулів аналітичних *ERP*-систем, які дозволяють здійснювати ефективне моделювання економічних задач в навчальних процесах, забезпечують ефективний пошук та оптимізацію економічних показників бізнес-процесів сучасних підприємств в умовах економічного реформування.

Наукове видання

Ріппа Сергій Петрович, Антоненко Володимир Мефодійович,
Боднар Оксана Степанівна, Лендюк Тарас Васильович,
Мамченко Світлана Дмитрівна, Ніжегородцев Владислав Олександрович,
Погореловська Ірина Дем'янівна, Постіл Степан Дмитрович,
Ратушняк Тетяна Володимирівна, Редич Олександр Володимирович,
Ріппа Марія Богданівна, Рогушина Юлія Віталіївна,
Саченко Анатолій Олексійович, Свириденко Віталія Юрївна,
Ситник Марина Федорівна, Соколова Наталія Василівна,
Сьомка Наталія Костянтинівна, Гетьман Наталія Анатоліївна,
Шкурпела Оксана Валеріївна

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ КОМП'ЮТЕРНИХ БАЗ ЗНАНЬ В ЕКОНОМІЦІ

Монографія

Відповідальний за випуск

Д. Ф. Салахова

Редактори

*М. М. Грабарчук,
О. В. Данильчик*

Форматування та
комп'ютерна верстка

Д. П. Завальницька

Здано до друку 12.04.2021. Формат 60×84/16
Папір офсетний № 1. Гарнітура «Times New Roman»
Друк. арк. 9.8
Тираж 300 примірників. Замовлення № 955

Підготовлено до друку Видавничо-поліграфічним центром
Університету ДФС України
08205, вул. Університетська, 31, м. Ірпінь, Київська область, Україна

*Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до державного реєстру видавців, виготовлювачів і
розповсюджувачів видавничої продукції
Серія ДК № 5104 від 20.05.2016*