

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ І. І. МЕЧНИКОВА
ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ, ФІЗИКИ
ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ ТА ТЕХНОЛОГІЙ

ЕКСПЕРТНІ СИСТЕМИ

Методичні вказівки
до виконання лабораторних робіт для здобувачів
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
спеціальності 122 Комп'ютерні науки

ОДЕСА
Олді+
2024

УДК 004.891(076.5)

E45

Укладач:

І. В. Шаріпова, старший викладач кафедри комп'ютерних систем та технологій Одеського національного університету імені І. І. Мечникова

Рецензенти:

О. Д. Кічмаренко, доктор фіз.-мат. наук, доцент, завідувач кафедри оптимального керування та економічної кібернетики ОНУ імені І. І. Мечникова;

М. Малаксіано, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедрою технічної кібернетики й інформаційних технологій ім. проф. І. В. Меркта ОНМУ

*Рекомендовано вченою радою
факультету математики, фізики та інформаційних технологій
ОНУ імені І. І. Мечникова.
Протокол № 6 від 22 березня 2024 р.*

Експертні системи : метод. вказівки до виконання лабораторних робіт для здобувачів першого (бакалавр.) рівня вищої освіти спеціальності 122 Комп'ютерні науки / уклад. І. В. Шаріпова. – Одеса : Олді+, 2024. – 56 с.

У методичних вказівках розкривається програма курсу, даються вказівки для опанування лекційним матеріалом. Розглянуто зміст, завдання, наведено приклади розробки програм, порядок їх виконання. Рекомендовано вимоги до оформлення протоколів, правила захисту та оцінки. Наведено перелік завдань з темами лабораторних робіт, контрольні запитання та список рекомендованої літератури.

УДК 004.891(076.5)

Зміст

ВСТУП.....	4
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1	7
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2	13
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3	19
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4	24
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5	37
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6	41
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7	45
ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ.....	52
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	53
Додаток А	54

ВСТУП

Основним призначенням експертних систем є розробка програмних продуктів, які при вирішенні задач, складних для людини, отримують результати, що не поступаються за якістю та ефективністю розв'язку, отриманим людиною-експертом.

Експертні системи використовуються для вирішення так званих неформалізованих задач, загальним для яких є: задачі не можуть бути розглянуті у числовій формі; мету не можна виразити у термінах точно визначеної функції мети; алгоритмічного розв'язку задачі не існує, або, в іншому випадку, його не можна використовувати через обмеженість ресурсів (час, пам'ять). Окрім того, у неформалізованих задачах присутня помилковість, неповнота, неоднозначність та протиріччя як вихідних даних, так і знань про задачу, що вирішується.

Експертна система (ЕС), насамперед, є програмним продуктом, і її призначення – автоматизація діяльності людини. Однак принциповою відмінністю ЕС від інших програм є те, що вона виступає не в ролі «асистента», що виконує за людину частину роботи, а в ролі «компетентного партнера» – експерта–консультанта у будь-якій предметній області.

ЕС акумулюють у собі і тиражують досвід і знання висококваліфікованих фахівців, дозволяють користуватися цими знаннями користувачам «неспеціалістам» в даній предметній області. Тому ЕС не мають наміру замінити собою експерта в його діяльності, а, навпаки, розширюють можливу сферу застосування знань авторитетних фахівців. Крім того, здатності ЕС вирішувати поставлені перед ними завдання не зменшуються з часом і не забуваються при відсутності практики, легко поширюються, так як є комп'ютерною програмою, прекрасно документовані, при багаторазовому вирішенні однієї і тієї ж задачі ЕС видають одне і теж рішення на відміну від людини, яка піддається емоційним факторам, експлуатація ЕС значно дешевше, ніж оплата праці людини-експерта. Таким чином, призначенням експертних систем є консультування з вузькоспеціальних питань при прийнятті рішень людиною, для посилення і розширення професійних можливостей її користувачів. Традиційними галузями застосування експертних систем є наступні: інтерпретація даних, діагностика, моніторинг, проектування, прогнозування, планування, навчання.

Таким чином **метою** навчальної дисципліни «Експертні системи» – сформулювати систему знань студентів в області експертних систем на базі

яких дипломований фахівець зможе приймати участь у розробці, застосуванні за призначенням і експлуатації систем різного функціонального призначення в зацікавлених установах та виробництвах усіх форм власності. Під час вивчення дисципліни основний акцент робиться на розумінні фундаментальних концепцій і знанні функціональних складових елементів, які лежать в основі експертних систем.

Лабораторні роботи з дисципліни виконуються з метою закріплення та поглиблення теоретичних та практичних знань та вмінь, набутих у процесі засвоєння всього навчального матеріалу дисципліни.

Час, потрібний для виконання лабораторних робіт згідно навчального плану – 17 години у комп'ютерному класі та до 71 години самостійної роботи.

Тематика лабораторних робіт включає в себе основи проектування експертних систем та баз знань, містять основні теоретичні положення та практичні завдання, необхідні для засвоєння навчального матеріалу.

МЕТА, ЕТАПИ ПРОВЕДЕННЯ ТА ЗАХИСТ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Лабораторні роботи з дисципліни виконуються з метою закріплення та поглиблення теоретичних та практичних знань та вмінь, набутих у процесі засвоєння всього навчального матеріалу дисципліни:

- ✓ закріплення, поглиблення та узагальнення теоретичних знань і розвиток навичок їх практичного застосування в галузі експертних систем;
- ✓ самостійне розв'язання задач проектування та розробки алгоритмів;
- ✓ уміння користуватися відповідною довідковою літературою, програмними засобами;

Проведення лабораторних робіт містить такі етапи:

- ✓ визначення теми, завдання і повторення теоретичного матеріалу;
- ✓ безпосереднє виконання роботи;
- ✓ оформлення пояснювальної записки;
- ✓ захист.

Після виконання лабораторної роботи і вирішення всіх поставлених у ній задач студент оформлює звіт з лабораторної роботи – протокол. Виконаний протокол студент підписує і після дозволу керівника він допускається до захисту. Якщо керівник не допускає студента до захисту, то це питання обговорюється на засіданні кафедри у його присутності.

Захист лабораторної роботи – це форма перевірки якості виконання програми та знань, отриманих під час виконання лабораторних робіт та на лекціях.

Під час захисту студент робить доповідь по суті програми та відповідає на запитання.

Якість протоколу та його захист оцінюється в балах (0- 5), за шкалою ECTS (A, B, C, D, E, FX, F) та за національною шкалою «відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно».

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

Тема: «Створення підсистеми оцінювання для експертної системи (побудова функції приналежності під час оцінювання якості сайта за результатами опитування одного експерта)»

Сфера застосування кількісних експертно-аналітичних методів не обмежується лише аналізом оцінок експертів та інтерпретацією результатів експертиз, а поширюється і на підготовчі з точки зору організаторів оцінювання етапи - формування експертних груп і визначення (або уточнення) рівня компетентності експертів. Зазвичай розглядаються економіко-математичні моделі формування експертних груп, оптимальний склад яких визначається шляхом виконання двох умов: 1) загальна компетентність групи експертів повинна перебувати у довірчому інтервалі; 2) сумарна вартість послуг експертів не повинна перевищувати певну величину.

У роботах [2,3] наводяться та ілюструються конкретними прикладами базові, узагальнені та розроблені авторами кількісні методи експертного оцінювання, а саме:

1. Методи еталонних бальних оцінок
2. Метод надання переваг
3. Методи узгодження ранжувань
4. Методи багатовимірного ранжування об'єктів
5. Метод аналізу ієрархій
6. Метод попарних зіставлень
7. Метод перевірки узгодженості думок експертів на основі коефіцієнта конкордації
8. Метод перевірки узгодженості думок експертів на основі розрахунку коефіцієнтів рангової кореляції Спірмена та Кендала
9. Метод графічної інтерпретації результатів експертизи за допомогою функцій належності . На основі аналізу цих та інших кількісних методів експертного оцінювання та прогнозування викладено рекомендації щодо ефективного їх застосування прийнятті рішення стосовно експертної оцінки закладу (об'єкту)

При оцінюванні ефективності роботи закладу (об'єкту), добре зарекомендував себе кваліметричний підхід, який передбачає виконання таких дій, як :

1. Побудова ієрархічної структури показників
2. Визначення абсолютних показників

3. Визначення еталонних абсолютних показників
4. Визначення вагових коефіцієнтів
5. Визначення комплексної оцінки

Для реалізації цього підходу пропонується 5 основних факторів, які визначають ефективність роботи закладу (об'єкту) і оцінюються за окремими 5 складовими (критеріями).

Абсолютні показники сформульованих критеріїв мають визначати експерти, виражаючи свою оцінку за кожним критерієм таким чином: цілком неефективний, неефективний, малоефективний, ефективний або високоефективний. При цьому за ідеал (еталонний абсолютний показник критерію) найраціональніше вибирати одиницю (табл. 1). Тобто за допомогою кваліметричних методів такі якісні параметри, як фактори та критерії, перетворюються у кількісні показники (коефіцієнти).

Оцінний показник ефективності фактора розраховується як сума добутків вагомості та значущості критеріїв:

$$\Phi_i = \sum K_i^v \cdot K_i^z$$

де Φ_i - оцінні показники факторів, що впливають на ефективність роботи закладу;

K_i^v та K_i^z - відповідно коефіцієнти вагомості та значущості критеріїв відповідного і-го фактора.

Таблиця 1

Шкала оцінки коефіцієнтів значущості

Коефіцієнти значущості критеріїв				
цілком неефективний	неефективний	малоефективний	ефективний	високо ефективний
0	0,25	0,5	0,75	1

Зміст протокола

1. Постановка задачі
2. Хід роботи (текст програми або скріншоти інтерфейсу)
3. Висновки щодо роботи

Варіанти завдань:

Створити таблицю вихідних даних за допомогою значень з плаваючою комою (від 0 до 1) для кожного експерта. Кількість експертів дорівнює 5, кількість об'єктів - 5, кількість питань, що розглядаються експертами - 5. Для експертної оцінки було обрано п'ять сайтів з продажу побутової техніки, які були оцінені за наступними питаннями:

- Асортимент
- Технічна підтримка
- Зручність інтерфейсу
- Швидкість
- Дизайн

Хід роботи (приклад виконання)

Результати оцінювання експертів наведено у наступних таблицях:

№	Експерт 1					
	Сайт 1	Сайт 2	Сайт 3	Сайт 4	Сайт 5	
1	Асортимент	0,6	0,2	0,6	0,3	0,6
2	Технічна підтримка	0,7	0,8	0,3	0,0	0,0
3	Зручність інтерфейсу	0,2	0,2	0,5	0,7	0,0
4	Швидкість	0,0	0,7	0,7	0,8	0,9
5	Дизайн	0,0	0,9	0,6	1,0	0,2

№	Експерт 2					
	Сайт 1	Сайт 2	Сайт 3	Сайт 4	Сайт 5	
1	Асортимент	0,0	0,5	0,6	0,1	0,5
2	Технічна підтримка	0,2	0,9	0,2	0,1	0,1
3	Зручність інтерфейсу	0,0	0,9	0,9	0,3	0,9
4	Швидкість	0,4	0,5	0,1	0,0	0,8
5	Дизайн	0,0	1,0	0,8	0,1	1,0

Розробити програму для обчислення середніх значень кожного висновку експерту та створення однорідної матриці, яка складається з чисел з плаваючою комою, за допомогою вибірки даних (рис. 1). Також програма дозволяє проглянути данні матриці у вигляді графіків по кожному експерту окремо (рис. 2), та накладені один на одного (рис. 3). За кожним з обраних питань програма дозволяє вказати найбільші та найменші прийнятні значення і виводить тільки ті об'єкти які задовольняють умовам. Введення оцінок

експертів, назви об'єктів, що оцінюються, імена експертів та критерії оцінювання вводяться за допомогою файлу (рис. 4).

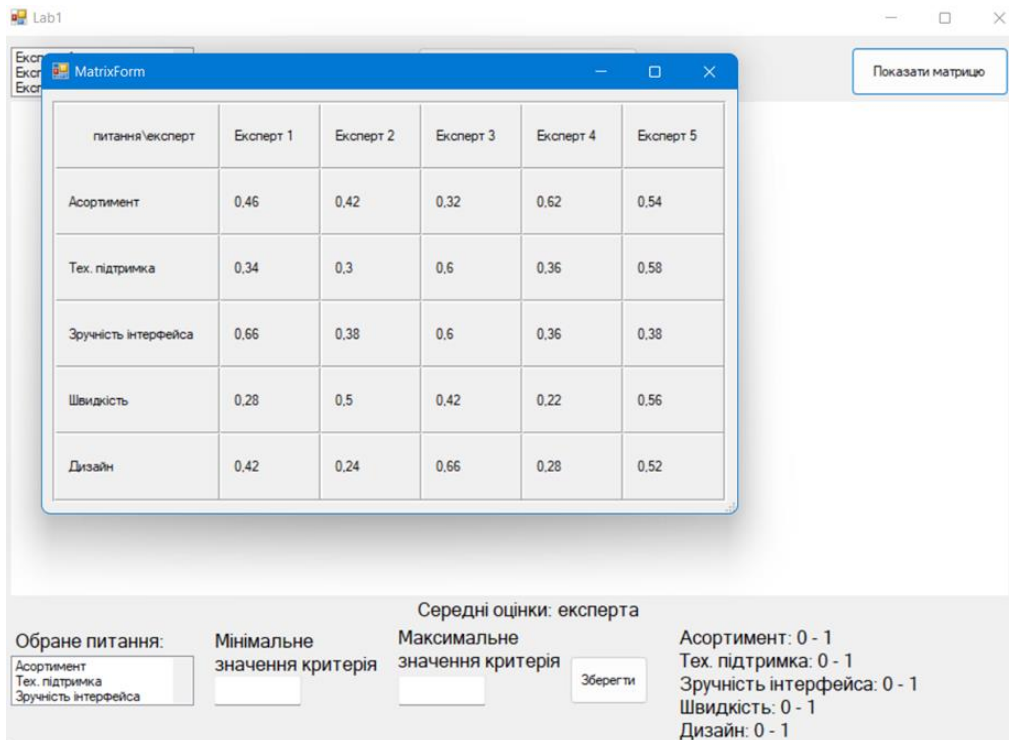


Рис. 1. Матриця на основі вибірки даних

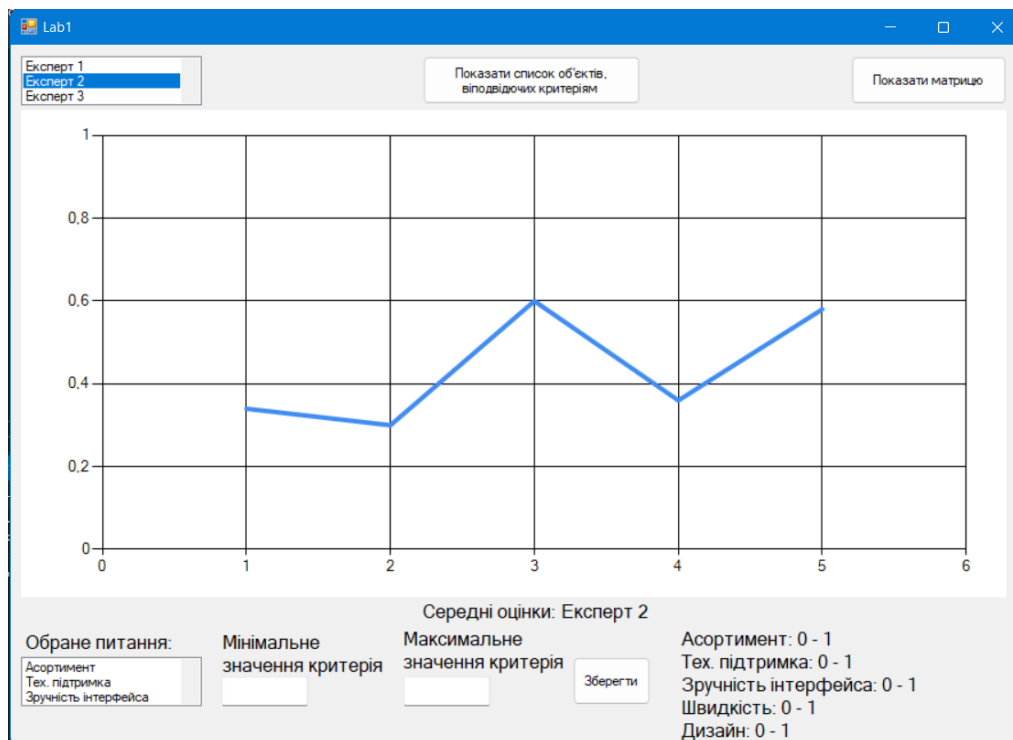


Рис. 2. Графік по даним другого експерту

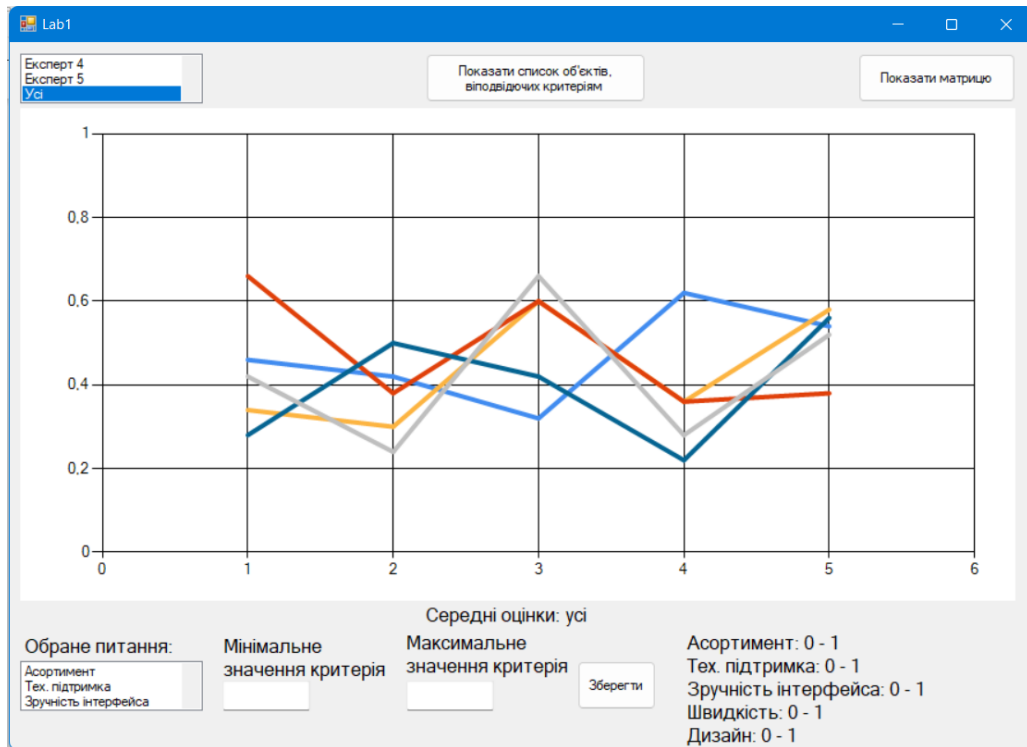


Рис. 3. Накладання графіків по усім експертам

```

data.txt – Блокнот
Файл  Изменить  Просмотр

# Questions
5
Асортимент
Тех. підтримка
Зручність інтерфейса
Швидкість
Дизайн

# Objects
5
Сайт 1
Сайт 2
Сайт 3
Сайт 4
Сайт 5

# Experts
5
Експерт 1
Експерт 2
Експерт 3
Експерт 4
Експерт 5

# values
# Expert 1
#   obj1; obj2; ...; objN
# qes1 v1.1; v2.1; ...; vN.1
# qes2 v1.2; v2.1; ...; vN.2
# ...   ...;   ...;   ...;   ...
# qesM v1.M; v2.M; ...; vN.M
# Expert 2
#   ...
# Expert N

0,6; 0,2; 0,6; 0,3; 0,6
0,7; 0,8; 0,6; 0,0; 0,0
0,2; 0,2; 0,5; 0,7; 0,0
0,0; 0,7; 0,7; 0,8; 0,9
0,0; 0,0; 0,6; 1,0; 0,2

```

Рис. 4. Файл з оцінками

У рамках цієї лабораторної роботи обираються такі критерії: швидкість по оцінкам експертів має бути оцінена у більше за 0,3, а асортимент має бути оцінений у більше за 0.4. Задання цих параметрів наведено на рисунку 5. Результат обчислень виводиться при натисканні на відповідну кнопку та зображен на рисунку 6.

Обране питання:	Мінімальне значення критерія	Максимальне значення критерія	Зберегти	Асортимент: 0,4 - 1
Асортимент	0,4			Тех. підтримка: 0 - 1
Тех. підтримка				Зручність інтерфейса: 0 - 1
Зручність інтерфейса				Швидкість: 0,3 - 1
				Дизайн: 0 - 1

Рис. 5. Задання критеріїв оцінювання сайтів

Задані параметри:	Об'єкти, відповідаючі умовам:
Асортимент: 0,4 - 1	Сайт 2:
Тех. підтримка: 0 - 1	Асортимент: 0,42
Зручність інтерфейса: 0 - 1	Тех. підтримка: 0,72
Швидкість: 0,3 - 1	Зручність інтерфейса: 0,6
Дизайн: 0 - 1	Швидкість: 0,66
	Дизайн: 0,84
	Сайт 5:
	Асортимент: 0,56
	Тех. підтримка: 0,22
	Зручність інтерфейса: 0,42
	Швидкість: 0,38
	Дизайн: 0,36

Рис. 6. Результат роботи програми

Для роботи з оцінками був створений клас Data. Він містить поля які зберігають назви об'єктів, назви критеріїв оцінювання, імена експертів, значення оцінок та діапазон допустимих значень для кожного з критерія. Методи цього класу дозволяють отримувати та додавати експертів, об'єкти, критерії оцінювання та оцінки експертів. Також є ще два методи: для розрахунку середньої оцінки заданого експерта та для розрахунку середньої оцінки заданого об'єкту.

Висновки щодо роботи (приклад): при виконанні роботи ми навчилися будувати шкалу належності, побудували систему нечіткого логічного висновку, яка моделює задану аналітичну залежність.

Перелік питань на захист лабораторної роботи

1. Основні методи і підходи до вирішення стадії експертного дослідження
2. Теорія та практика експертного оцінювання
3. Основні методи і підходи до моделювання експертних систем
4. Основні характеристики експертних систем
5. Види моделювання експертних систем

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2

Тема: «Створення підсистеми оцінювання для експертної системи (побудова функції власності оцінювання якості сайту за результатами узагальнення операцій над нечіткими множинами – об'єднання результатів опитування нескінченної групи експертів)»

Експертне опитування - збір первинних даних, заснований на використанні досвіду, знань і інтуїції фахівців в тій чи іншій сфері діяльності. Найчастіше цей метод застосовується як засіб підвищення надійності рішення наукових і управлінських проблем.

Представник будь-якої сфери діяльності, крім нашої власної, може виступати в якості експерта. Відмітна особливість цього методу полягає в тому, що він передбачає компетентне участь експертів в аналізі і рішенні проблем дослідження. Від інших форм опитування експертний метод відрізняють кілька дуже важливих рис.

- Кількість опитуваних - їх завжди менше, ніж при анкетуванні і навіть інтерв'ю.
- Якості опитуваних - кругозір, рівень кваліфікації, знання спеціальної області у них на кілька порядків вище, ніж у звичайних респондентів.
- Тип і обсяг інформації - експертне опитування проводиться для отримання знань, яких немає і ніколи не буде у дослідника; на відміну від звичайних знань, які відомі фахівцям зі свого досвіду, що отримуються від експертів знання відносяться до спеціально наукових знань.

- Типовість даних - в масовому опитуванні цікавить типовість, повторюваність, звичайність видобуваються відомостей про ціннісних орієнтаціях і мотивах поведінки людей, а в експертному опитуванні дослідник дорожить саме унікальністю технічних або гуманітарних знань експерта, їх глибиною, неповторністю.
- Програмна функція - в експертному опитуванні - для того щоб розібратися в абсолютно новій для себе області.

Такі форми збору первинної інформації, як анкетування, інтерв'ювання, поштовий опитування, телефонне інтерв'ю призначені насамперед для масових опитувань. Їх особливість полягає в тому, що вони спрямовані на виявлення інформації, яка відображає знання, думки, ціннісні орієнтації та установки респондентів, їхнє ставлення до подій, явищ дійсності. І те, що дана інформація ґрунтується на індивідуальному інтересі опитуваних і може бути вельми суб'єктивною, аж ніяк не суперечить науковому характеру її отримання. Навпаки, мета масового опитування полягає в тому, щоб за допомогою відповідного інструментарію одержати достовірні відомості про предмет і об'єкт дослідження. Наприклад, виявити групи читачів за ступенем їх інтересу до різних рубриках газети або диференціювати студентів за рівнем їх активності на заняттях і т. д. Таким чином, в ході масового опитування джерелом інформації, що дає оцінку тим чи іншим сторонам об'єкта дослідження, виступають представники цього ж об'єкта.

Область застосування - може бути використаний при вивченні всіх сфер діяльності; в діагностиці, в оцінці станів соціального об'єкта, нормуванні, проектуванні, прогнозуванні, в прийнятті рішень. Різновиди експертного опитування досить ефективно застосовуються на різних етапах соціологічного дослідження: у визначенні цілей і завдань, у виявленні проблемних ситуацій, в пошуку гіпотез, в ході інтерпретації понять, в обґрунтуванні надійності інструментарію і вихідної інформації, в обґрунтуванні висновків, у виробленні рекомендацій.

Основні нормативні вимоги - чітке обґрунтування необхідності застосування відповідної методики експертного опитування; ретельність підбору експертів (обов'язкова оцінка їх компетентності); облік факторів, що впливають на судження експерта; створення умов для найбільш продуктивного використання експертів в ході дослідження; збереження отриманої від експертів інформації без спотворення на всіх етапах дослідження.

Обмеження в застосуванні висновків для різних методик експертних опитувань. Так, при використанні деяких методик експертних оцінок корисно

пам'ятати, що висновки щодо їх експертиз мають тенденцію до усереднення думок, а тому можуть виявитися непридатними для оцінки нестандартних явищ, наприклад новаторських творів мистецтва. Не слід також забувати, що дані експертного опитування носять суб'єктивний характер, а тому бажано їх зіставлення з об'єктивною інформацією про об'єкт, отриманої іншими методами (хоча часто застосування експертного опитування викликано якраз труднощами одержання інформації в інший спосіб).

Програма застосування експертного опитування включає в себе основні структурні елементи програми дослідження. Провідними завданнями є виділення цілей опитування, побудова критеріїв підбору, правил організації участі експертів і критеріїв оцінки даної ними інформації. На відміну від масового опитування програма опитування експертів не настільки деталізована і має переважно концептуальний характер. У ній насамперед однозначно формулюється підлягає оцінюванню явище, передбачаються у вигляді гіпотез можливі варіанти його результату.

Основний інструментарій експертних опитувань - анкета чи бланк-інтерв'ю, розроблені за спеціальною програмою. Відповідно до цього процедура опитування може полягати або в анкетуванні, або в інтерв'юванні експертів.

Безперечно, для прийняття обґрунтованих рішень необхідно спиратися на досвід, знання і інтуїцію фахівців. В рамках теорії управління (менеджменту) стала розвиватися самостійна дисципліна - експертні оцінки. *Експертні оцінки* - це судження знавців, які передбачають процедуру порівняння об'єктів, їх властивостей за виділеними критеріями. *Метод експертних оцінок* - вид експертного опитування, що передбачає використання експертних оцінок. Основний зміст методу полягає в раціональній організації здійснюваного експертами аналізу проблем з подальшою оцінкою виділених дослідником суджень і обробкою отриманих даних. Фонові судження фіксують фактори, що впливають на стан досліджуваного об'єкта. У процедурі опитування експерт виділяє серед них найбільш важливі, істотні для об'єкта, дає їм оцінку.

Застосування експертного методу опитування пов'язане з дотриманням певних правил. При його організації найбільше уваги приділяють зазвичай трьом методологічним проблемам - підбору експертів, процедурі їх роботи, обробці висловлених думок.

Постановка задачі

Online – опитування -було обрано сервіс для проведення онлайн опитувань Google Forms на тему “Вибір інтернет-провайдера”.

Google Forms

Дозволяє безкоштовно створити опитування, не обмежуючи при цьому кількість опитувань, питань і отримані відповіді, які, однак, доведеться збирати самостійно за допомогою прямого посилання або вбудовувати на сайт (без додаткових налаштувань). Є мобільна версія сервісу. Під час налаштування дизайну опитування можна використовувати підготовлені колірні схеми, а також додавати шапку та логотип. Компанія Google з сервером в США.

Перелік питань

- 1) Яким інтернет-провайдером ви користувалися останній раз?
- 2) Чи важливий для вас інтерфейс головної сторінки вашого інтернет-провайдера?
- 3) Чи користуєтеся ви ТВ від провайдера?
- 4) Чи виходите ви в онлайн більше ніж з п'яти пристроїв?
- 5) Чи важлива для вас швидкість інтернету 300 Мбіт/с?
- 6) Вкажіть ваше місце проживання
- 7) Які типи з'єднання для вас оптимальні?
- 8) Який з нижчезазначених сервісів ви використовували за останні півроку?
- 9) Оцініть за пріоритетністю на що ви звертаєте увагу при виборі провайдера (де 1 - "перш за все", 4 - "в останню чергу"):

Зміст протокола

1. Постановка задачі
2. Хід роботи (текст програми або скриншоти інтерфейсу)



Вибір інтернет-провайдера

Цей тест допоможе зрозуміти на що люди, перш за все, звертають увагу при виборі інтернет-провайдера.

s.severin@stud.onu.edu.ua (не зв'язано)
Змінити обліковий запис

Чернетку збережено

*Обов'язкове поле

ІПБ *

Severin Stanislav

Яким інтернет-провайдером ви користувалися останній раз? *

Tenet

Чи важливі для вас інтерфейс головної сторінки вашого інтернет-провайдера?

- Так
 Ні

Скасувати вибір

Чи користуєтесь ви ТВ від провайдера? *

- Так
 Ні

Чи виходите ви в онлайн більше ніж з п'яти пристроїв?

- Так
 Ні

Скасувати вибір

Чи важлива для вас швидкість інтернету 300 Мбіт/с?

- Так
 Ні

Скасувати вибір

Вкажіть ваше місце проживання

- Дім
 Квартира
 Тощо...

Скасувати вибір

Які типи з'єднання для вас оптимальні? *

- З'єднання через модем
 Бездротове з'єднання 3G, 4G, Wi-Fi
 З'єднання через оптичний провід
 Супутникове з'єднання

Якші з нижчезазначених сервісів ви використовували за останні півроку? *

- Група підтримки
 Онлайн-форум
 Інформаційні буклети
 Інша відповідь

Оцініть за пріоритетністю на що ви звертаєте увагу при виборі провайдера (де 1 - "перш за все", 4 - "останню чергу"):

	1	2	3	4
Ціна (грн/міс)	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Швидкість (Мбіт/с)	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Кількість ТВ каналів	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Гарні відгуки в інтернеті	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>

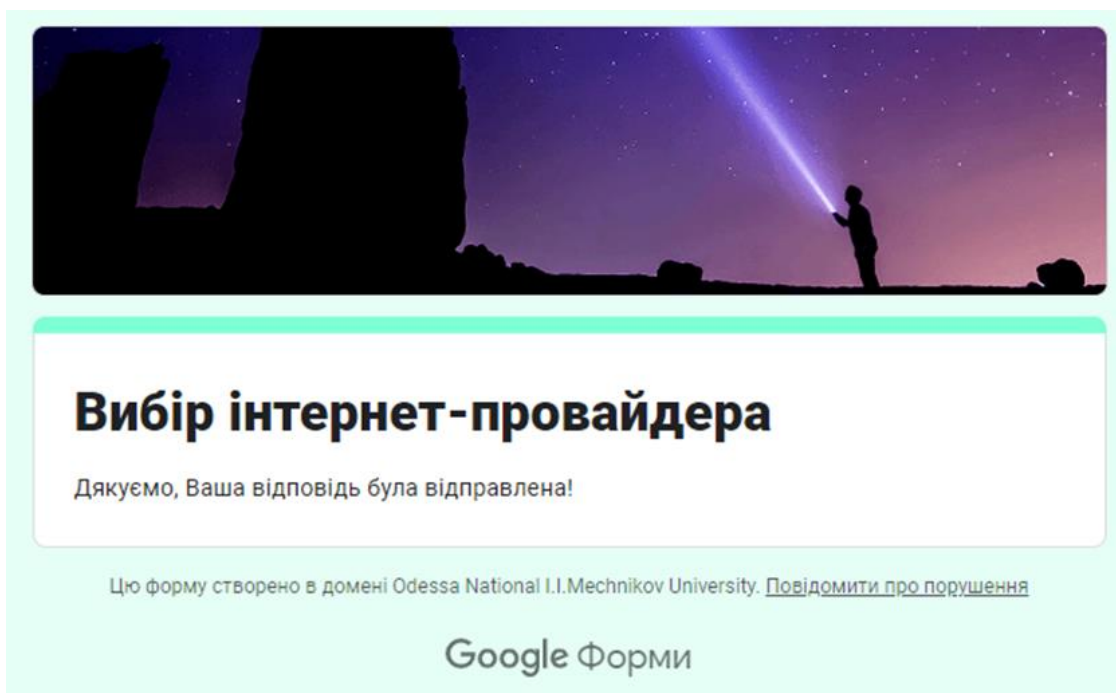
Надіслати

Очистити форму

Ніколи не вказуйте паролі в Google Форми.

Ця форма створена в домені Obessa National I.I.Mechnikov University. [Додати сайт до довідки](#)

Google Форми



Далі усі відповіді зберігаються у підготовлену Excel таблицю на Google диск

А	В	С	Д	Е	Ф	С	Н	І	J	К	Л	М	Н
Позначка часу	ПІБ	Який інтернет-провайдер	Чи важливий для вас ін	Чи користуєтесь ви ТВ	Чи виходите ви в онлай	Чи важливо для вас ще	Вкажіть ваше місце про	Які такі з'єднання для	Який з неможливістю	Оцініть за пріоритетності	Оцініть за пріоритетності	Оцініть за пріоритетності	Оцініть за пріоритетності
31.10.2022 09:53:19	Шаріпова	кабелстар	Так	Так	Так	Так	Київська	З'єднання через модем	Онлайн-форум	3	1	3	5
31.10.2022 15:54:33	Латаш А.В	ICN	Так	Ні	Ні	Ні	Точн...	З'єднання через модем	Онлайн-форум	2	1	3	2
31.10.2022 15:55:04	Северин Станіслав	Tenet	Так	Ні	Ні	Ні	Дні	З'єднання через модем	Інша відповідь	1	2	3	4
01.11.2022 11:33:34	Северин С.М.	Tenet	Так	Ні	Ні	Ні	Дні	З'єднання через модем	Онлайн-форум	1	2	3	4
01.11.2022 19:38:20	Severin Stanislav	Tenet	Так	Ні	Так	Ні	Дні	З'єднання через модем	Інша відповідь	1	2	4	5

3. Висновки щодо роботи

Перелік питань на захист лабораторної роботи

1. Основні характеристики експертних систем
2. Види моделювання експертних систем
3. Рівні реалізації експертних систем
4. Основні методи структуризації знань предметної області. Методи здобуття знань

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3

Тема: «Мережеве планування розвитку сайту (розрахунок по методу PERT) з нечіткими оцінками тривалості етапів»

Постановка задачі

Project Evaluation and Review Technique (PERT) - метод оцінки та аналізу проектів, який використовується в управлінні проектами. PERT призначений для дуже масштабних, одноразових, складних проектів. Метод враховує наявність невизначеності, даючи можливість розробити робочий графік проекту без точного знання деталей і необхідного часу для всіх його складових.

Для планування проектів (сайту) потрібно розуміти обсяг робіт з оцінкою того скільки кожна задача може зайняти часу. Оскільки частіше за всього виконавці переоцінюють свої можливості або навпаки, намагаються закласти ризики та свої часові резерви. Тобто просто кажучи не можуть об'єктивно оцінити реальні затрати часу на виконання задач. Для того щоб отримати і розрахувати найбільш коректну оцінку і в той же час врахувати можливі ризики у PERT методі застосовується оцінка за трьома точками:

- оптимістична;
- песимістична;
- найбільш вірогідна.

Виходячи з отриманих даних розраховуються середні значення з урахуванням вагових коефіцієнтів за формулою:

$$Y = \frac{t_0 + 4t_m + t_p}{6}$$

де t_0 - мінімальна можлива тривалість виконання завдання в припущенні, що все відбувається найкращим або найбільш вдалим чином;

t_m - тривалість виконання завдання в припущенні, що все відбувається так, як буває найчастіше;

t_p - тривалість виконання завдання в припущенні, що все відбувається найгіршим чином.

За допомогою розрахованих значень можна визначити вірогідність виконання проекту у визначений термін на основі функції нормального розподілу. Як значення до якого буде розраховуватись функція нормального

розподілу будуть прийматись наші очкування щодо терміну виконання робіт по проекту. Він може співпадати з сумою розрахованих показників чи відрізнятись. Математичне очікування (середнє значення) для розрахунків буде взято як сума розрахованих за PERT методом оцінок:

$$\sum_{i=1}^n \frac{t_0 + 4t_m + t_p}{6}$$

а середнє квадратичне відхилення терміну виконання задач розрахуємо за формулою:

$$\sqrt{\sum_{i=1}^n \left(\frac{t_{pi} - t_{0i}}{6}\right)^2}$$

де n – кількість існуючих задач.

За допомогою вищезгаданих розрахунків можна отримати приблизний але досить показовий результат за яким можна визначити вірогідність реалізації проекту в очікуваний термін з урахуванням ризиків, що можуть виникнути при реалізації задач та робіт даного проекту.

PERT метод є досить актуальною технікою оцінки, не дивлячись на те що буда винайдено досить давно. А дані отримані на основі цього методу можуть використовуватись як для планування проектів, так і для їх аналізу.

Додаткові джерела інформації

1. <https://mpsesm.org/book/2019/thesis04-831.html>
2. <https://financial.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2019/09/ME-lektsiia-9.pdf>

Мета: розробити план розвитку сайту, оцінити тривалість етапів методом PERT

Хід роботи:

Задамо задачі, які необхідно вирішити під час створення сайту:

Задача	Опис задачі	Безпосередньо попередні операції	Тривалість (дні)		
			Оптимістична (О)	Песимістична (П)	Найімовірніша (Н)
А	Уточнення цілей та задач сайту	-	1	3	2
В	Створення технічного завдання на створення сайту	А	2	5	4
С	Розробка макета дизайну №1	В	7	14	9
Д	Розробка макета дизайну №2	В	7	14	9
Е	Розробка макета дизайну №3	В	7	14	9
F	Вибір найкращого макету	С, D, E	1	3	2
G	Верстка сайту	F	5	13	8
Н	Програмування	F	8	14	10
І	Наповнення контентом	G, H	5	9	7
Ж	Тестування	І	3	6	5
К	Задача проекту замовнику	Ж	1	2	1
Л	Навчання роботі з сайтом	К	4	7	5

Розрахуємо очікувану тривалість виконання кожної операції за формулою $(O + (4 \times H) + P) \div 6$. Також розрахуємо стандартне відхилення(σ) за формулою $(P-O)/6$ та дисперсію за формулою(σ^2) для кожної з задач, та занесемо дані у таблицю:

Задача	Опис задачі	Безпосередньо попередні операції	Очікувана тривалість (дні)	Стандартне відхилення	Дисперсія
А	Уточнення цілей та задач сайту	-	1	3	2
В	Створення технічного завдання на створення сайту	А	2	5	4
С	Розробка макета дизайну №1	В	7	14	9

D	Розробка макета дизайну №2	B	7	14	9
E	Розробка макета дизайну №3	B	7	14	9
F	Вибір найкращого макету	C, D, E	1	3	2
G	Верстка сайту	F	5	13	8
H	Програмування	F	8	14	10
I	Наповнення контентом	G, H	5	9	7
J	Тестування	I	3	6	5
K	Здача проекту замовнику	J	1	2	1
L	Навчання роботі з сайтом	K	4	7	5

Створимо граф (рис. 1), для зображення порядку виконання задач, у лівій комірці задаємо час початку виконання задачі, у правій – час закінчення.

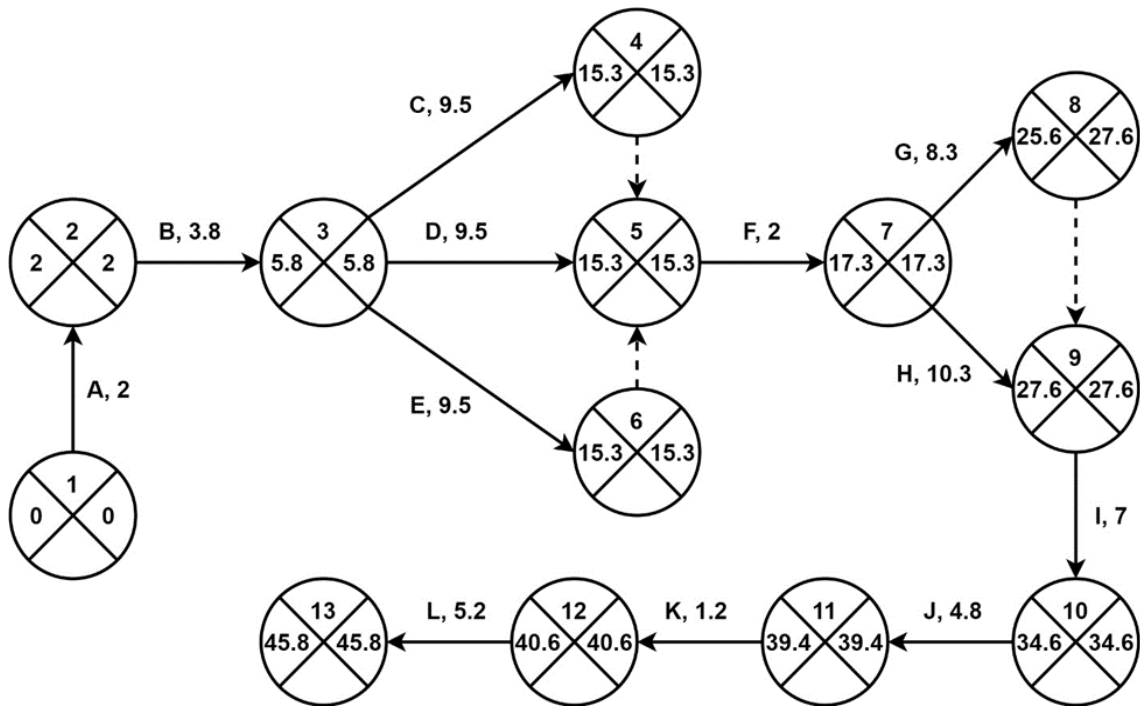


Рис. 1. Граф порядку виконання задач

Червоним кольором позначимо критичний шлях (рис. 2).

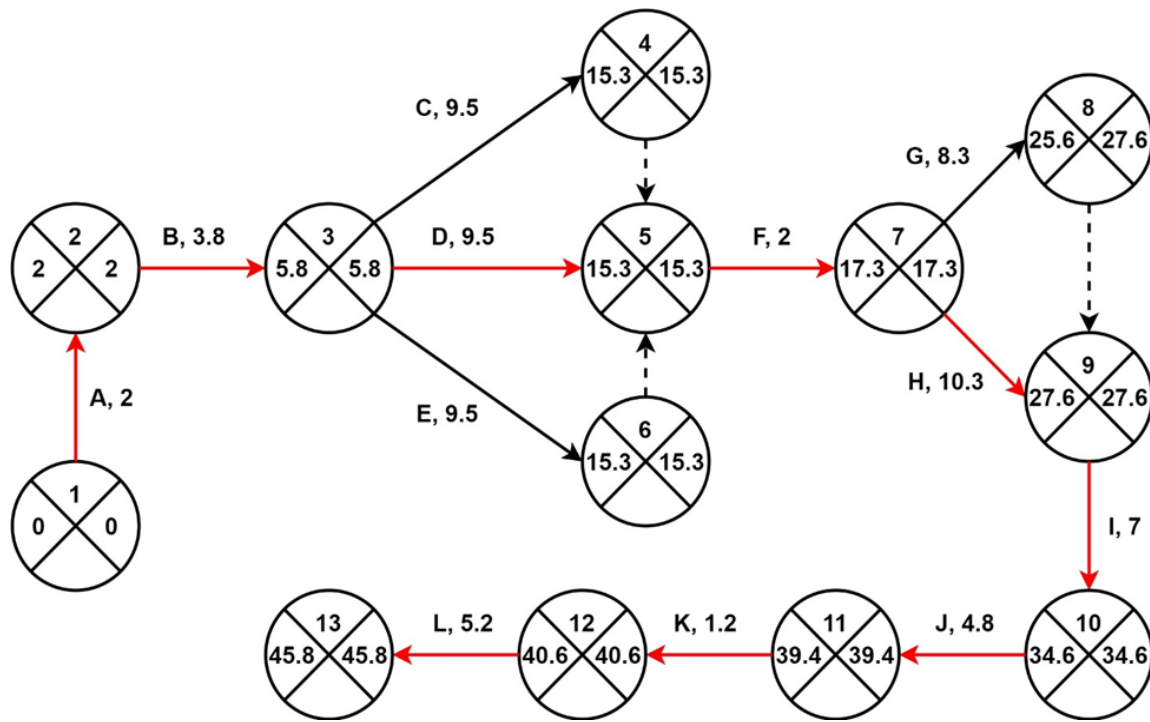


Рис. 2. Критичний шлях

Критичний шлях: A-B-D-F-H-I-J-K-L

Довжина критичного шляху: 45,8 днів

Сума дисперсій критичних операцій: 3,8

Стандартне відхилення часу виконання проекту: 2 дні

Таким чином, очікуваний час виконання проекту складає $45,8 \pm 2$ дні.

Висновок: при виконанні роботи ми розробили та навчилися мережевому плануванню розвитку сайту методом PERT з нечіткими оцінками тривалості етапів та визначили вірогідність реалізації проекту в очікуваний термін з урахуванням ризиків, що можуть виникнути при реалізації задач та робіт даного проекту.

Перелік питань на захист лабораторної роботи

- 1 Основні методи і підходи до моделювання експертних систем
2. Основні характеристики експертних систем
3. Види моделювання експертних систем
4. Рівні реалізації експертних систем

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4

Тема: «Створення підсистеми опитування клієнтів для сайту сервісної служби»

Одним із найпоширеніших методів отримання експертної інформації є анкетування, яке трактується як метод збирання інформації за допомогою спеціально розроблених опитувальників, що називаються анкетами. Анкетування ґрунтується на припущенні, що людина відверто відповідатиме на поставлені запитання. Для проведення анкетування необхідні відкриті й альтернативні анкети для учнів, учителів, батьків, засновників, працівників методичної та інспекторської служби. Психологи та соціологи ставлять такі вимоги до анкет:

- кількість запитань (показників) в анкеті не повинна перевищувати 10-12;
- набір суджень, які наводяться в анкеті в якості альтернативних відповідей, повинен перевірятися спочатку на малій групі експертів (пілотне дослідження) і при необхідності коректуватись;
- у пояснювальній записці до анкети повинні бути ясно сформульовані мета і процедура анкетування; указано, хто проводить експертизу і яка група респондентів може брати в ній участь;
- крім інструкції до анкети необхідно готувати інструкцію для організаторів анкетування.

Оцінка валідності та надійності анкет ще потребує окремого дослідження. Відомо, що під валідністю анкети розуміється здатність анкети виміряти те, що повинно вимірюватися за задумом організаторів експертизи. Поняття "валідність" відноситься не стільки до самого тексту анкети, скільки до мети експертизи. Замість терміна "валідність" часто використовують слова: "обґрунтованість", "достовірність", "інформованість".

Анкети розрізняють: іменні, що вимагають указувати прізвище опитуваного, та анонімні, які обходяться без нього; повні й неповні; пропедевтичні й контрольні. За формою анкети бувають:

- відкриті - відповідь можлива в довільній формі.

Онлайн-опитування — це спосіб краще дізнатися ваших клієнтів: вивчити їхні звички та очікування, зібрати думки про продукти чи послуги та зрозуміти, в якому напрямку розвивати бізнес. А ще можна проводити опитування з призами за правильні відповіді, щоб залучити нових клієнтів.

Щоб створити опитування онлайн та додати його на сайт, не обов'язково наймати програміста. Це можна зробити самостійно за допомогою онлайн-сервісів чи спеціальних плагінів для WordPress.

Постановка задачі:

Для створення опитування існує два основних варіанти реалізації. Перший – самостійно розробити форму опитування та скористатися вже існуючим сервісом створення опитувань. Якщо у компанії немає потреби у проведенні частих опитувань найвигіднішим рішенням буде реалізація за допомогою стороннього сервісу. Для створення опитування у цій роботі розглянемо саме цей варіант. Існує багато сервісів для створення форм опитувань, вони відрізняються вартістю, гнучкістю, та за іншими параметрами. Розглянемо наступні сервіси:

- Survio.com
- Surveymonkey.com
- Google Forms
- Simpoll
- Typeform

Розглянемо наступні критерії за якими оберемо найкращий для нас сервіс:

1. Наявність безкоштовної версії
2. Можливість вбудувати опитування на свій сайт
3. Можливість поширювати опитування за посиланням у електронному листі
4. Можливість змінювати дизайн
5. Наявність готових макетів
6. Наявність мобільної версії
7. Можливість додавати зображення в опитування

№ критерія	Survio.com	Surveymonkey.com	Google Forms	Simpoll	Typeform
1	1	1	1	0*	1
2	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1

* безкоштовна версія існує, проте не дозволяє експортувати результати опитування

5	1	1	1	0	1
6	1	0	1	0	1
7	1	0	1	1	1

Для вирішення який сервіс використовувати розробили програму яка розраховує приналежність сервісів до кожного з критеріїв методом прямих оцінок. Результати розрахунків наведені на рисунку 1.

питання	n1	n2	$\mu A(x)$
Наявність безкоштовної версії	1	0	1
Можливість вбудувати опитування на свій сайт	1	0	1
Можливість поширювати опитування за посиланням у електронному листі	1	0	1
Можливість змінювати дизайн	1	0	1
Наявність готових макетів	1	0	1
Наявність мобільної версії	1	0	1
Можливість додавати зображення в опитування	1	0	1

$A(\text{Наявність безкоштовної версії}) = \{<x1; 1>, <x2; 1>, <x3; 1>, <x4; 0>, <x5; 1>\}$
 $A(\text{Можливість вбудувати опитування на свій сайт}) = \{<x1; 1>, <x2; 1>, <x3; 1>, <x4; 1>, <x5; 1>\}$
 $A(\text{Можливість поширювати опитування за посиланням у електронному листі}) = \{<x1; 1>, <x2; 1>, <x3; 1>, <x4; 1>, <x5; 1>\}$
 $A(\text{Можливість змінювати дизайн}) = \{<x1; 1>, <x2; 1>, <x3; 1>, <x4; 1>, <x5; 1>\}$
 $A(\text{Наявність готових макетів}) = \{<x1; 1>, <x2; 1>, <x3; 1>, <x4; 0>, <x5; 1>\}$
 $A(\text{Наявність мобільної версії}) = \{<x1; 1>, <x2; 0>, <x3; 1>, <x4; 0>, <x5; 1>\}$
 $A(\text{Можливість додавати зображення в опитування}) = \{<x1; 1>, <x2; 0>, <x3; 1>, <x4; 1>, <x5; 1>\}$

Рис. 1. Розрахунок приналежності сервісів до кожного з критеріїв

Запишемо ці розрахунки у таблицю та підрахуємо середню оцінку кожного з сайтів:

Сервіс	№ критерія							Середня оцінка
	1	2	3	4	5	6	7	
Survio.com	1	1	1	1	1	1	1	1
Surveymonkey.com	1	1	1	1	1	0	0	0,71
Google Forms	1	1	1	1	1	1	1	1
Simpoll	0	1	1	1	0	0	1	0,57
Typeform	1	1	1	1	1	1	1	1

Таким чином ми маємо 3 лідери. Серед них ми оберемо сервіс Google Forms, адже він надає безкоштовно усі можливості, а інші сервіси накладають обмеження на кількість опитувань та на кількість можливих відповідей на опитування.

Створимо опитування, ціллю якого буде покращити роботу технічної підтримки банку. На першій сторінці обов'язково вкажемо для респондентів з якою метою проводиться опитування, а також логотіп компанії (рис. 2).

Рис. 2. Перша сторінка опитування

На наступній сторінці міститься питання щодо безпосередньо діяльності технічної підтримки (рис 3а, 3б, 3в). При створенні цих питань важливо щоб було якомога менше відкритих питань, щоб респонденти більш охоче відповідали на питання. У кінці сторінки є одне відкрите питання щоб респонденти могли поділитися своїми думками, це питання необов'язкове.

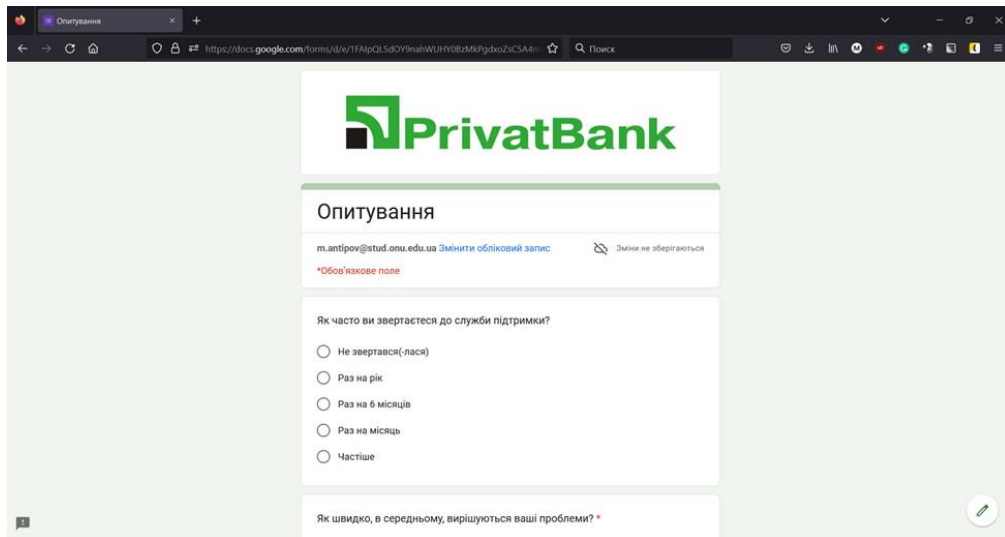


Рис. 3а. Друга сторінка опитування

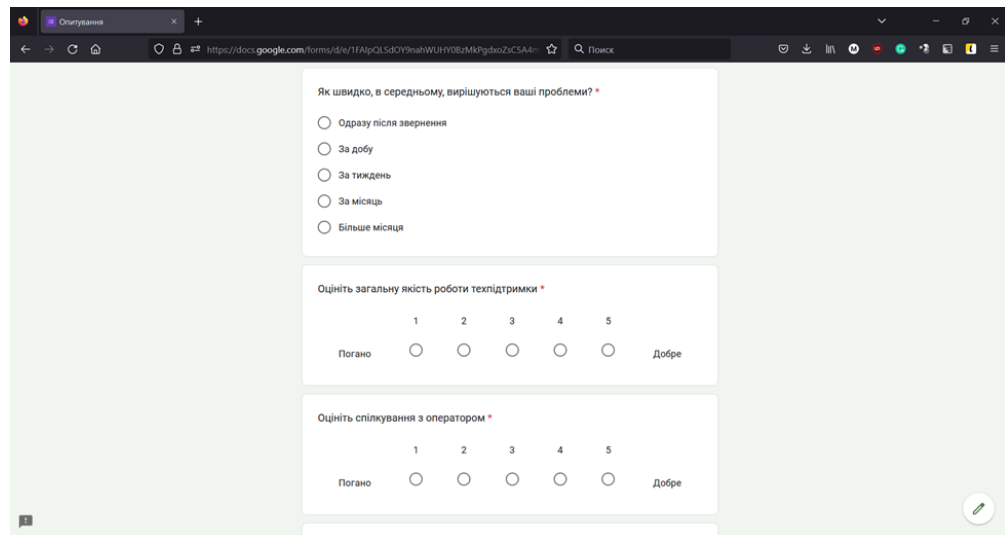


Рис. 3б. Друга сторінка опитування

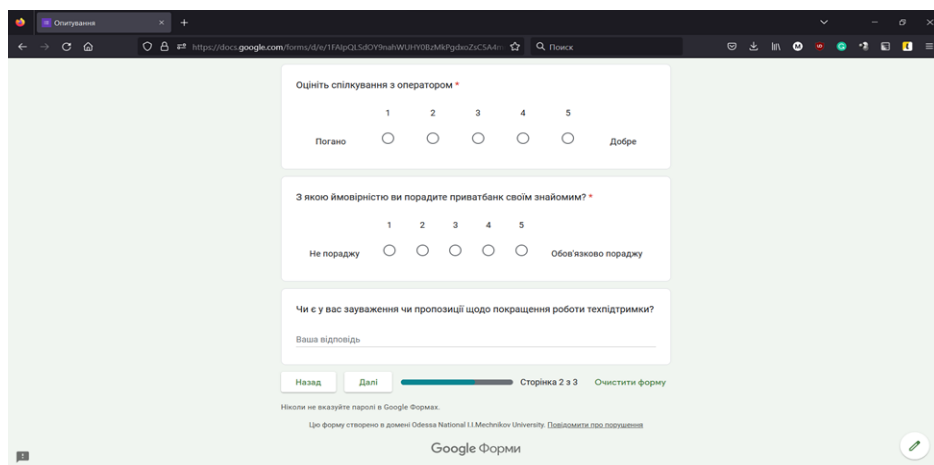
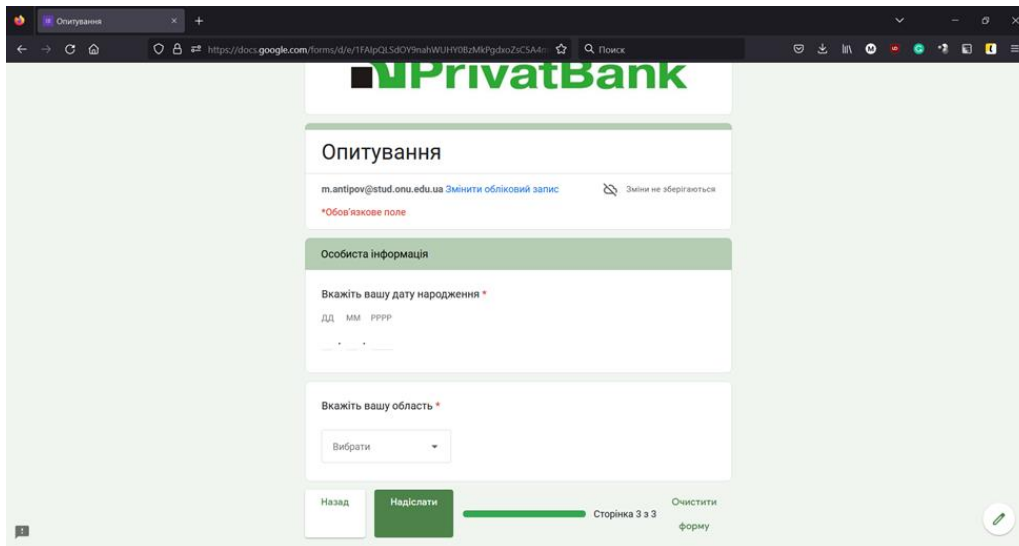


Рис. 3в. Друга сторінка опитування

Остання сторінка необхідна для отримання особистої інформації респондента: дати народження та області мешкання(рис. 4).



Лістинг програми:

Введення експертів, назв об'єктів, критеріїв оцінювання відбувається за допомогою текстового файлу. Структура файлу наведена на рисунку 2. З символу «#» починаються коментарі, які ігноруються при зчитуванні файлу. Спочатку вводиться кількість критеріїв, потім перелічуються ці критерії. Так само вводяться об'єкти та експерти. Потім вводяться оцінки експертів у вигляді матриці, значення відокремлюються за допомогою символу «;».

```

1 # Questions
2 7
3 Наявність безкоштовної версії
4 Можливість вбудувати опитування на свій сайт
5 Можливість поширювати опитування за посиланням у електронному листі
6 Можливість змінювати дизайн
7 Наявність готових макетів
8 Наявність мобільної версії
9 Можливість додавати зображення в опитування
10
11 # Objects
12 5
13 Survio.com
14 Surveymonkey.com
15 Google Forms
16 Sjmpoll
17 Typeform
18
19
20 # Experts
21 1
22 Експерт 1
23
24 # values
25 # Expert 1
26 # obj1; obj2; ...; objN
27 # qes1 v1.1; v2.1; ...; vN.1
28 # qes2 v1.2; v2.1; ...; vN.2
29 # ... ...; ...; ...; ...
30 # qesM v1.M; v2.M; ...; vN.M
31 # Expert 2
32 # ...
33 # Expert N
34
35 1; 1; 1; 0; 1
36 1; 1; 1; 1; 1
37 1; 1; 1; 1; 1
38 1; 1; 1; 1; 1
39 1; 1; 1; 0; 1
40 1; 0; 1; 0; 1
41 1; 0; 1; 1; 1

```

Рис. 2. Структура файлу

При запуску програми користувач бачить вікно (рис. 3) де може переглянути оцінки кожного експерту за вибором, та кнопку для розрахунку приналежності сайтів до кожного з критеріїв методом прямих оцінок.

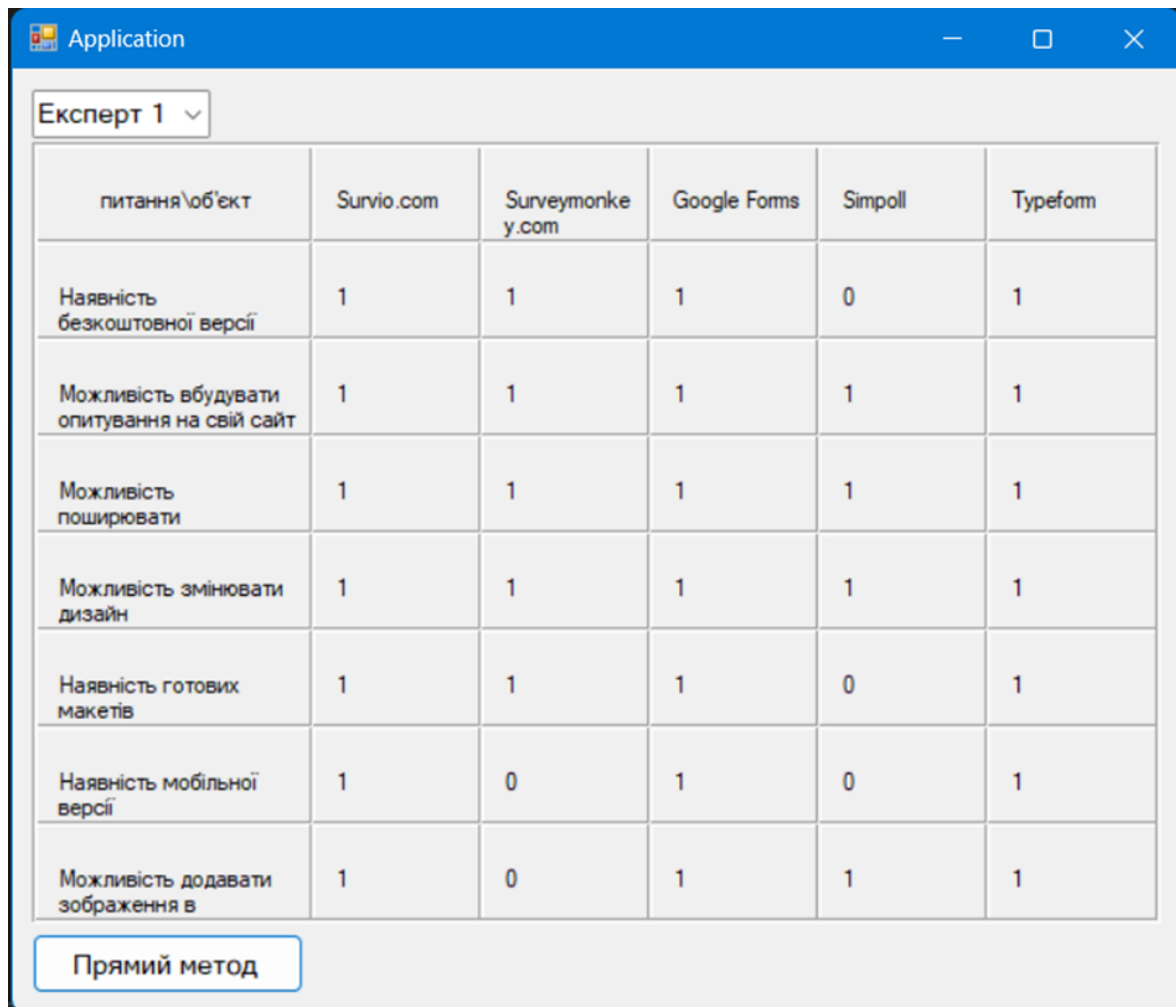


Рис. 3. Головне вікно програми

При натисканні на кнопку для розрахунку прямим методом відкривається додаткове вікно (рис. 3). На цьому вікні можна переглянути розрахунки для кожного об'єкту окремо, а в нижній частині вікна наведені розрахунки по всім критеріям. Для розрахунку за цим методом програма підсумовує кількість позитивних відповідей (n_1) та негативних (n_2). Далі приналежність до нечіткої множини визначається за формулою $\mu_A(x) = \frac{n_1}{n_1+n_2}$.

Для роботи з оцінками був створений клас Data. Він містить поля які зберігають назви об'єктів, назви критеріїв оцінювання, імена експертів та значення оцінок. Методи цього класу дозволяють отримувати та додавати експертів, об'єкти, критерії оцінювання та оцінки експертів.

Код цього класу:

```
public class Data
{
    private List<string> experts;
    private List<string> objects;
    private List<string> questions;
    private List<List<List<double>>> values; // experts - questions - objects
```

```

public Data()
{
    experts = new List<string>();
    objects = new List<string>();
    questions = new List<string>();
    values = new List<List<List<double>>>();
}

public void AddExpert(string name)
{
    experts.Add(name);
}
public void AddObject(string name)
{
    objects.Add(name);
}
public void AddQuestion(string name)
{
    questions.Add(name);
}
public void AddValuesForExpert(List<List<double>> vals)
{
    values.Add(vals);
}
public int GetExpertsAmount()
{
    return experts.Count;
}
public int GetObjectsAmount()
{
    return objects.Count;
}
public int GetQuestionsAmount()
{
    return questions.Count;
}
public List<string> GetExperts()
{
    return experts;
}
public List<string> GetObjects()
{
    return objects;
}
public List<string> GetQuestions()
{
    return questions;
}
public double GetValue(int expertInex, int questionIndex, int objectIndex)
{
    return values[expertInex][questionIndex][objectIndex];
}
}

```

Головний клас додатку містить поле типу Data для зберігання оцінок, а також методи для зчитування оцінок експертів з файлу та відкриття додаткових вікон з розрахунками.

Код цього класу наступний:

```
public partial class Form1 : Form
```

```

{
    public static Data data;

    public Form1()
    {
        InitializeComponent();
    }

    private void Form1_Load(object sender, EventArgs e)
    {
        LoadData();
        expertComboBox.Items.AddRange(data.GetExperts().ToArray());
        expertComboBox.SelectedIndex = 0;
    }

    private void LoadData()
    {
        data = new Data();

        string[] txt = File.ReadAllLines("data.txt");
        List<string> text = new List<string>();
        text.AddRange(txt);
        for (int i = 0; i < text.Count; i++)
        {
            if (text[i].Length == 0 || text[i].StartsWith("#"))
            {
                text.RemoveAt(i);
                i--;
                continue;
            }
        }
        int currentIndex = 0;
        //Load Questions
        int Qamount = Convert.ToInt32(text[currentIndex++]);
        for (int i = 0; i < Qamount; i++)
        {
            data.AddQuestion(text[currentIndex++]);
        }
        //Load Objects
        int Oamount = Convert.ToInt32(text[currentIndex++]);
        for (int i = 0; i < Oamount; i++)
        {
            data.AddObject(text[currentIndex++]);
        }
        //Load Experts
        int Eamount = Convert.ToInt32(text[currentIndex++]);
        for (int i = 0; i < Eamount; i++)
        {
            data.AddExpert(text[currentIndex++]);
        }
        //Load values
        char[] separators = { ';' };
        for (int i = 0; i < data.GetExpertsAmount(); i++)
        {
            List<List<double>> values = new List<List<double>>();
            for (int j = 0; j < data.GetQuestionsAmount(); j++)
            {
                string[] lineValues = text[currentIndex++].Split(separators,
StringSplitOptions.RemoveEmptyEntries);
                List<double> line = new List<double>();
                for (int k = 0; k < data.GetObjectsAmount(); k++)
                {
                    line.Add(Convert.ToDouble(lineValues[k]));
                }
                values.Add(line);
            }
        }
    }
}

```

```

        data.AddValuesForExpert(values);
    }
}

private void expertComboBox_SelectedIndexChanged(object sender, EventArgs e)
{
    List<string> questions = data.GetQuestions();
    List<string> objects = data.GetObjects();
    question1Label.Text = questions[0];
    question2Label.Text = questions[1];
    question3Label.Text = questions[2];
    question4Label.Text = questions[3];
    question5Label.Text = questions[4];
    question6Label.Text = questions[5];
    question7Label.Text = questions[6];

    object1Label.Text = objects[0];
    object2Label.Text = objects[1];
    object3Label.Text = objects[2];
    object4Label.Text = objects[3];
    object5Label.Text = objects[4];

    label11.Text = data.GetValue(expertComboBox.SelectedIndex, 0, 0).ToString();
    label12.Text = data.GetValue(expertComboBox.SelectedIndex, 0, 1).ToString();
    label13.Text = data.GetValue(expertComboBox.SelectedIndex, 0, 2).ToString();
    label14.Text = data.GetValue(expertComboBox.SelectedIndex, 0, 3).ToString();
    label15.Text = data.GetValue(expertComboBox.SelectedIndex, 0, 4).ToString();
    label21.Text = data.GetValue(expertComboBox.SelectedIndex, 1, 0).ToString();
    label22.Text = data.GetValue(expertComboBox.SelectedIndex, 1, 1).ToString();
    label23.Text = data.GetValue(expertComboBox.SelectedIndex, 1, 2).ToString();
    label24.Text = data.GetValue(expertComboBox.SelectedIndex, 1, 3).ToString();
    label25.Text = data.GetValue(expertComboBox.SelectedIndex, 1, 4).ToString();
    label31.Text = data.GetValue(expertComboBox.SelectedIndex, 2, 0).ToString();
    label32.Text = data.GetValue(expertComboBox.SelectedIndex, 2, 1).ToString();
    label33.Text = data.GetValue(expertComboBox.SelectedIndex, 2, 2).ToString();
    label34.Text = data.GetValue(expertComboBox.SelectedIndex, 2, 3).ToString();
    label35.Text = data.GetValue(expertComboBox.SelectedIndex, 2, 4).ToString();
    label41.Text = data.GetValue(expertComboBox.SelectedIndex, 3, 0).ToString();
    label42.Text = data.GetValue(expertComboBox.SelectedIndex, 3, 1).ToString();
    label43.Text = data.GetValue(expertComboBox.SelectedIndex, 3, 2).ToString();
    label44.Text = data.GetValue(expertComboBox.SelectedIndex, 3, 3).ToString();
    label45.Text = data.GetValue(expertComboBox.SelectedIndex, 3, 4).ToString();
    label51.Text = data.GetValue(expertComboBox.SelectedIndex, 4, 0).ToString();
    label52.Text = data.GetValue(expertComboBox.SelectedIndex, 4, 1).ToString();
    label53.Text = data.GetValue(expertComboBox.SelectedIndex, 4, 2).ToString();
    label54.Text = data.GetValue(expertComboBox.SelectedIndex, 4, 3).ToString();
    label55.Text = data.GetValue(expertComboBox.SelectedIndex, 4, 4).ToString();
    label61.Text = data.GetValue(expertComboBox.SelectedIndex, 5, 0).ToString();
    label62.Text = data.GetValue(expertComboBox.SelectedIndex, 5, 1).ToString();
    label63.Text = data.GetValue(expertComboBox.SelectedIndex, 5, 2).ToString();
    label64.Text = data.GetValue(expertComboBox.SelectedIndex, 5, 3).ToString();
    label65.Text = data.GetValue(expertComboBox.SelectedIndex, 5, 4).ToString();
    label71.Text = data.GetValue(expertComboBox.SelectedIndex, 6, 0).ToString();
    label72.Text = data.GetValue(expertComboBox.SelectedIndex, 6, 1).ToString();
    label73.Text = data.GetValue(expertComboBox.SelectedIndex, 6, 2).ToString();
    label74.Text = data.GetValue(expertComboBox.SelectedIndex, 6, 3).ToString();
    label75.Text = data.GetValue(expertComboBox.SelectedIndex, 6, 4).ToString();
}

private void button1_Click(object sender, EventArgs e)
{
    DirectMethod form = new DirectMethod();
    form.Show();
}

```

```

private void button2_Click(object sender, EventArgs e)
{
    NonDirectMethod form = new NonDirectMethod();
    form.Show();
}
}

```

Клас додаткового вікна для розрахунку прямиим методом має наступний вигляд:

```

public partial class DirectMethod : Form
{
    public DirectMethod()
    {
        InitializeComponent();
    }

    private void DirectMethod_Load(object sender, EventArgs e)
    {
        objectComboBox.Items.AddRange(Form1.data.GetObjects().ToArray());
        objectComboBox.SelectedIndex = 0;

        List<string> questions = Form1.data.GetQuestions();

        A1Label.Text = "A(" + questions[0] + ") = {";
        A2Label.Text = "A(" + questions[1] + ") = {";
        A3Label.Text = "A(" + questions[2] + ") = {";
        A4Label.Text = "A(" + questions[3] + ") = {";
        A5Label.Text = "A(" + questions[4] + ") = {";
        A6Label.Text = "A(" + questions[5] + ") = {";
        A7Label.Text = "A(" + questions[6] + ") = {";

        List<double> n1s = new List<double>();
        List<double> us = new List<double>();

        for (int k = 0; k < Form1.data.GetObjectsAmount(); k++)
        {
            n1s.Clear();
            us.Clear();
            for (int i = 0; i < Form1.data.GetQuestionsAmount(); i++)
            {
                double n1 = 0;
                for (int j = 0; j < Form1.data.GetExpertsAmount(); j++)
                {
                    n1 += Form1.data.GetValue(j, i, k);
                }
                n1s.Add(n1);
                us.Add(n1s[i] / (n1s[i] + Form1.data.GetExpertsAmount() - n1s[i]));
            }

            A1Label.Text += "<x" + (k + 1).ToString() + "; " + us[0] + "> ";
            A2Label.Text += "<x" + (k + 1).ToString() + "; " + us[1] + "> ";
            A3Label.Text += "<x" + (k + 1).ToString() + "; " + us[2] + "> ";
            A4Label.Text += "<x" + (k + 1).ToString() + "; " + us[3] + "> ";
            A5Label.Text += "<x" + (k + 1).ToString() + "; " + us[4] + "> ";
            A6Label.Text += "<x" + (k + 1).ToString() + "; " + us[5] + "> ";
            A7Label.Text += "<x" + (k + 1).ToString() + "; " + us[6] + "> ";
        }

        A1Label.Text = A1Label.Text.Substring(0, A1Label.Text.Length - 2);
        A2Label.Text = A2Label.Text.Substring(0, A2Label.Text.Length - 2);
        A3Label.Text = A3Label.Text.Substring(0, A3Label.Text.Length - 2);
        A4Label.Text = A4Label.Text.Substring(0, A4Label.Text.Length - 2);
        A5Label.Text = A5Label.Text.Substring(0, A5Label.Text.Length - 2);
        A6Label.Text = A6Label.Text.Substring(0, A6Label.Text.Length - 2);
    }
}

```

```

A7Label.Text = A7Label.Text.Substring(0, A7Label.Text.Length - 2);
A1Label.Text += "}";
A2Label.Text += "}";
A3Label.Text += "}";
A4Label.Text += "}";
A5Label.Text += "}";
A6Label.Text += "}";
A7Label.Text += "}";
}

private void objectComboBox_SelectedIndexChanged(object sender, EventArgs e)
{
    List<string> questions = Form1.data.GetQuestions();
    question1Label.Text = questions[0];
    question2Label.Text = questions[1];
    question3Label.Text = questions[2];
    question4Label.Text = questions[3];
    question5Label.Text = questions[4];
    question6Label.Text = questions[5];
    question7Label.Text = questions[6];

    List<double> n1s = new List<double>();
    List<double> n2s = new List<double>();
    List<double> us = new List<double>();

    for (int i = 0; i < Form1.data.GetQuestionsAmount(); i++)
    {
        double n1 = 0;
        for (int j = 0; j < Form1.data.GetExpertsAmount(); j++)
        {
            n1 += Form1.data.GetValue(j, i, objectComboBox.SelectedIndex);
        }
        n1s.Add(n1);
        n2s.Add(Form1.data.GetExpertsAmount() - n1);
        us.Add(n1s[i] / (n1s[i] + n2s[i]));
    }

    label11.Text = n1s[0].ToString();
    label21.Text = n1s[1].ToString();
    label31.Text = n1s[2].ToString();
    label41.Text = n1s[3].ToString();
    label51.Text = n1s[4].ToString();
    label61.Text = n1s[5].ToString();
    label71.Text = n1s[6].ToString();

    label12.Text = n2s[0].ToString();
    label22.Text = n2s[1].ToString();
    label32.Text = n2s[2].ToString();
    label42.Text = n2s[3].ToString();
    label52.Text = n2s[4].ToString();
    label62.Text = n2s[5].ToString();
    label72.Text = n2s[6].ToString();

    label13.Text = us[0].ToString();
    label23.Text = us[1].ToString();
    label33.Text = us[2].ToString();
    label43.Text = us[3].ToString();
    label53.Text = us[4].ToString();
    label63.Text = us[5].ToString();
    label73.Text = us[6].ToString();
}
}

```

Перелік питань на захист лабораторної роботи

1. Основні методи структуризації знань предметної області.
2. Методи здобуття знань
3. Побудова функції власності оцінювання якості сайта за результатами опитування
4. Основні принципи створення підсистеми опитування клієнтів для сайта.

Додаткова література

<https://hostiq.ua/blog/ukr/survey-tools/>

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5

Тема «Експертна оцінка результатів опитування в оболонці Language Integrated Production System (CLIPS)»

Спочатку абревіатура CLIPS була назвою мови – C Language Integrated Production System (мова Cі, інтегрована із продукційними системами), зручної для розробки баз знань і макетів експертних систем. Мова CLIPS була розроблена в Центрі космічних досліджень NASA (NASA's Johnson Space Center) у 1984 році. Саме в цей час відділ штучного інтелекту (зараз Software Technology Branch) розробив багато прототипів експертних систем, які використовували сучасне програмне і технічне забезпечення.

Відділ штучного інтелекту почав використовувати традиційні мови програмування, такі як C, для створення нових експертних систем. Прототип оболонки CLIPS був створений у 1985 році. Синтаксис мови CLIPS був схожим на синтаксис експертної оболонки ART. Загальною метою прототипу CLIPS було створення мови, яка б могла вирішувати задачі, спираючись на концепцію знань (версія CLIPS 1.0). Після допоміжної розробки стало очевидно те, що CLIPS може стати дешевим інструментом для створення експертних систем, моделювання та навчання. Подальше вдосконалення перетворило CLIPS в зручний інструмент для створення ефективних, функціональних експертних систем в різних сферах діяльності людини. CLIPS версії 5.0 (1991 рік) включала в себе дві нові парадигми програмування: процедурне програмування (подібно мовам програмування C і Ada) і об'єктно-орієнтоване програмування (подібно мовам Common Lisp Object System – CLOS або Smalltalk). Об'єктно-орієнтоване програмування в CLIPS – CLIPS Object Oriented Language (COOL).

Систему CLIPS використовують різні організації, включаючи відділи NASA, військові відомства США, університети, компанії.

В систему CLIPS версії 6.1. (1998 рік) були добавлені декілька нових команд, а вихідний код CLIPS став сумісним із C++. Тепер для його компіляції можна використовувати будь-який ANSI C- або C++ компілятор. Версія CLIPS 6.2 (31 березня 2002 р.) має вбудовані додатки, кращий інтерфейс для Windows-версії.

Експертні системи, створені за допомогою CLIPS, можуть бути запущені трьома основними способами: 1) введенням відповідних команд і конструкторів мови безпосередньо в середовище CLIPS; 2) використанням

інтерактивного віконного інтерфейсу CLIPS (наприклад, для версії Windows чи Macintosh); 3) за допомогою програм-оболонок, що реалізують свій інтерфейс спілкування з користувачем.

Основним методом спілкування з CLIPS є застосування командного рядка. Після появи в головному вікні CLIPS запрошення – CLIPS> – команди користувача можуть вводитися в середовище безпосередньо з клавіатури. Команди можуть бути викликами системних чи користувальницьких функцій, конструкторами різних даних CLIPS та т.п. У випадку виклику користувачем деякої функції вона негайно виконується, а результат її роботи відображається користувачу. Для запуску програми наберіть свою програму у текстовому редакторі і збережіть файл з розширенням .clp, наприклад ім'я файлу.clp. Після цього запустіть CLIPS, якщо він уже був запущений, то визвіть команду (clear). Завантажте створений файл за допомогою команди load, наприклад (load "ім'я файлу.clp"). Якщо файл був набраний без помилок, то ви повинні побачити повідомлення про успішну спробу завантаження файлу. Функція load повернула значення TRUE. Якщо це не так, то у синтаксисі визначень чи функцій правил була допущена помилка. Для завантаження файлу також можна використовувати функцію load*. У цьому випадку на екран не виводилася б інформація, що відбиває процес завантаження. Для того щоб запустити експертну систему на виконання, необхідно виконати команду reset і команду run. Після цього система готова з вами співпрацювати. Для повторного запуску експертної системи необхідно ще раз виконати команди *reset* і *run*.

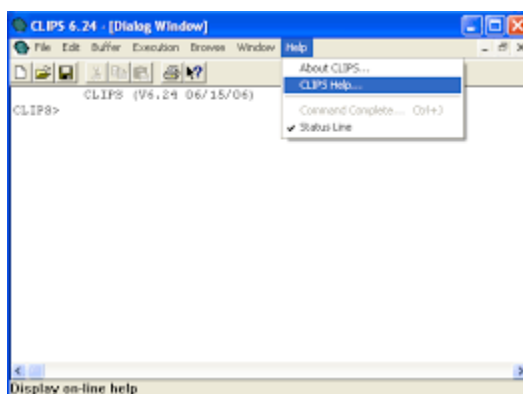


Рис. 1. Головне вікно CLIPS

Постановка задачі: мета лабораторної роботи - розробити експертну систему для постановки діагнозу та призначення лікування.

Завдання - написати програму у середовищі CLIPS, яка буде опитувати лікаря для з'ясування стану пацієнта. Після опитування система на основі відповідей виводить діагноз та пропонує лікування.

Хід роботи- Код програми наведено на рисунку 1

```

1 (deftemplate Temperature (slot temperature))
2 (deftemplate Spots (slot spots))
3 (deftemplate Rash (slot rash))
4 (deftemplate SoreThroat (slot sore_throat))
5 (deftemplate Innoculated (slot inoculated))
6 (deftemplate Diagnosis (slot diagnosis))
7 (deftemplate Treatment (slot treatment))
8 (deftemplate Fever (slot level))
9 (defrule GetTemperature
10 =>
11 (printout t "Введіть температуру пацієнта: ")
12 (bind ?response (read))
13 (assert (Temperature (temperature ?response)))
14 (defrule GetSpots
15 =>
16 (printout t "Чи є у пацієнта плями (yes або no): ")
17 (bind ?response (read))
18 (assert (Spots (spots ?response)))
19 (defrule GetRash
20 =>
21 (printout t "Чи є у пацієнта висип (yes або no): ")
22 (bind ?response (read))
23 (assert (Rash (rash ?response)))
24 (defrule GetSoreThroat
25 =>
26 (printout t "Чи болить у пацієнта горло (yes або no): ")
27 (bind ?response (read))
28 (assert (SoreThroat (sore_throat ?response)))
29 (defrule GetInnoculated
30 (Fever (level high))
31 (Spots (spots yes))
32 =>
33 (printout t "Чи був хворий щеплений від кору (yes або no): ")
34 (bind ?response (read))
35 (assert (Innoculated (innoculated ?response)))
36 (defrule Fever1
37 (Temperature (temperature ?t))
38 (test (>= ?t 38.33))
39 =>
40 (assert (Fever (level high)))
41 (printout t "Діагностована висока температура" crlf)
42 (defrule Fever2
43 (Temperature (temperature ?t))
44 (test (and (< ?t 38.33) (> ?t 37)))
45 =>
46 (Temperature (temperature ?t))
47 (test (and (< ?t 38.33) (> ?t 37)))
48 =>
49 (assert (Fever (level mild)))
50 (printout t "Діагностована легка лихоманка" crlf)
51 (defrule Measles
52 (declare (salience 100))
53 (Spots (spots yes))
54 (Innoculated (innoculated no))
55 (Fever (level high))
56 =>
57 (assert (Diagnosis (diagnosis measles)))
58 (printout t "Діагностовано кіп" crlf)
59 (defrule Allergy1
60 (declare (salience -100))
61 (and (Spots (spots yes))
62 (not (Diagnosis (diagnosis measles))))
63 =>
64 (assert (Diagnosis (diagnosis allergy)))
65 (printout t "Діагностовано алергію по плямам та відсутність кору" crlf)
66 (defrule Allergy2
67 (Rash (rash yes))
68 =>
69 (assert (Diagnosis (diagnosis allergy)))
70 (printout t "Алергія діагностована по висипу" crlf)
71 (defrule Flu
72 (SoreThroat (sore_throat yes))
73 (Fever (level mild|high))
74 =>
75 (assert (Diagnosis (diagnosis flu)))
76 (printout t "Діагностовано грип" crlf)
77 (defrule Penicillin (Diagnosis (diagnosis measles))
78 =>
79 (assert (Treatment (treatment penicillin)))
80 (printout t "Призначили пеніцилін" crlf)
81 (defrule Allergy_pills (Diagnosis (diagnosis allergy))
82 =>
83 (assert (Treatment (treatment allergy_shot)))
84 (printout t "Призначили укол від алергії" crlf)
85 (defrule Bed_rest
86 (Diagnosis (diagnosis flu))
87 =>
88 (assert (Treatment (treatment bed_rest)))
89 (printout t "Призначений постільний режим" crlf)

```

Рис. 1. Код програми мовою CLIPS

На рисунку 2а наведено приклад роботи системи. Як можна побачити на основі даних введених користувачем система зробила висновок, що пацієнт хворий на грип та йому необхідно зберігати постільний режим. На рисунку 2б бачимо що при інших обставинах система діагностувала алергію та призначила укол.

```

CLIPS> (load "lab3.clp")
%%%%%%%%%*****
TRUE
CLIPS> (reset)
CLIPS> (run)
Введіть температуру пацієнта: 38
Діагностована легка лихоманка
Чи є у пацієнта плями (yes або no): no
Чи є у пацієнта висип (yes або no): no
Чи болить у пацієнта горло (yes або no): yes
Діагностовано грип
Призначений постільний режим
CLIPS>

```

Рис. 2а. Приклад роботи системи

```
CLIPS> (run)

Введіть температуру пацієнта: 36
Чи є у пацієнта плями (yes або no): yes
Чи є у пацієнта висип (yes або no): no
Чи болить у пацієнта горло (yes або no): no
Діагностовано алергію по плямам та відсутність кору
Призначили укол від алергії
CLIPS> |
```

Рис. 2б. Приклад роботи системи

Вирішити питання вивчення основних команд мови CLIPS та розробити просту експертну систему.

Перелік питань на захист лабораторної роботи

1. Синтаксис мови CLIPS: три основних групи елементів, призначених для написання програм.
2. Приклади програм в системі CLIPS. Експертна система “The Medic Diagnosis Expert System”.
3. Основні переваги CLIPS як оболонки експертної системи

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6

Тема «Експертна оцінка результатів опитування та зроблення висновків з нечіткими посилами»

Розв'язання більшості практичних задач пов'язано із недостатніми обсягами вихідної інформації про предметну область, що унеможлиблює використання традиційних алгоритмічних методів аналізу. Невизначеність можна розглядати як недостатність адекватної інформації для прийняття рішення. Це породжує значну проблему, оскільки може стати причиною прийняття невірної рішення. Загалом невизначеність може бути пов'язана із неповнотою інформації або з її неоднозначністю. Неповнота інформації зазвичай визначається недостатньою повнотою знань про предметну область, тобто з відсутністю адекватної моделі об'єкта дослідження або з недостатністю інформації про конкретну ситуацію, наприклад, через недостатню оснащеність датчиками. Неоднозначність знань зазвичай пов'язана з багатоваріантністю трактування інформації про предметну область та неможливістю точно встановити істинність певних положень. Неоднозначність зазвичай породжується фізичною або лінгвістичною невизначеністю. На фізичну невизначеність впливають невраховані випадкові події або неточність вимірювань. Лінгвістична невизначеність пов'язана із використанням природної мови для подання інформації про предметну область. Тут розрізняють невизначеність слів та невизначеність фраз. Невизначеність слів зазвичай пов'язана з використанням таких модальних міркувань, як «часто», «багато», «високо» тощо, значення яких необхідно трактувати відповідно до контексту поточної задачі. Так само виділяють невизначеність фраз, зміст яких визначається контекстом поточної практичної задачі. Наведені типи невизначеності в загальному випадку можуть бути пов'язаними із об'єктивними або суб'єктивними причинами. Об'єктивна невизначеність пов'язана з принципово випадковим характером процесів у досліджуваній системі, що визначається впливом невідомих або неконтрольованих факторів. Тут, для прийняття якісних рішень необхідно враховувати певні ймовірнісні показники стохастичних процесів, які мають місце в предметній області.

На сьогодні розроблено декілька різних теорій, які дають змогу організувати ефективне логічне виведення в умовах невизначеності інформації. Тут найбільшого поширення набули такі методи:

- багатозначна логіка Лукасевича;

- ймовірнісний метод (байєсова логіка);
- метод коефіцієнтів упевненості;
- теорія функцій довіри (свідчень Демстера-Шефера);
- апарат нечіткої логіки

Тризначна логіка Лукасевича є розширенням класичної булевої алгебри. Тут істинність будь-якого висловлювання оцінюється одним з трьох можливих значень: неможливе твердження (0); можливе, але не необхідне твердження (0,5); необхідне твердження (1).

Байєсова логіка базується на математичному апараті теорії ймовірності. Тут кожному факту бази знань експертної системи ставиться в однозначну відповідність деяке додатне число в діапазоні $0...1$, яке характеризує достовірність (ймовірність істинності) цього факту. Так само оцінюють і правила логічного висновку. Тут числові значення в діапазоні $0...1$ характеризують ступінь довіри до відповідного правила. В термінах теорії ймовірності це можна трактувати як умовну ймовірність, тобто ступінь довіри до продукційного правила $A \rightarrow B$ можна оцінити умовною ймовірністю $p(B/A)$. Дійсно, відповідно до такого правила факт B має місце у тому разі, якщо має місце факт A . У свою чергу, умовна ймовірність $p(B/A)$ характеризує достовірність того, що подія B відбудеться у разі виникнення події A . В задачах логічного виведення в умовах невизначеності з використанням ймовірнісних моделей широкого застосування набув підхід, який базується на відомій теоремі Байєса. Саме тому ймовірнісну модель логічного виведення часто називають баєсовою логікою.

Метод коефіцієнтів упевненості було розроблено у Стенфордському університеті під час роботи над експертною системою MYCIN. Цей метод базується на евристичному числовому оцінюванні таких нечітких понять, як «точно», «скоріше за все», «можливо» та інших за допомогою шкали коефіцієнтів упевненості в діапазоні $-1...+1$. Типова шкала коефіцієнтів упевненості виглядає наступним чином:

- +1,0 - Абсолютна істина
- +0,8 - Майже напевно істина
- +0,6 - Скоріше за все істина
- +0,4 - Є слабкі свідчення на користь істини
- +0,2
- 0,0 - Інформація відсутня

- -0,2
- -0,4
- -0,6 - Скоріше за все хибність
- -0,8 - Майже напевно хибність
- -1,0 - Абсолютна хибність

Розглянуті раніше моделі реалізації логічного виведення в умовах інформаційної невизначеності – байєсова логіка та апарат коефіцієнтів упевненості – ґрунтуються на точковому оцінюванні нечітких понять та невизначених даних. На відміну від них теорія свідочств Демстера-Шефера є інтервальним методом з нижньою та верхньою границями оцінок. Тут кожній гіпотезі ставиться у відповідність певний діапазон значень, в якому знаходиться ступінь достовірності. Нижня межа такого діапазону характеризує ступінь довіри до гіпотези. Така величина знаходиться в діапазоні 0...1. Нуль означає відсутність свідочств на користь відповідної гіпотези; «1» означає повне підтвердження гіпотези. Зазвичай нижню межу діапазону позначають через Bel (від англійського belief – довіра). Верхня межа інтервалу визначається ступенем правдоподібності гіпотези, тобто наявністю (або відсутністю) свідочств, які спростовують цю гіпотезу. Така величина також знаходиться в діапазоні 0...1. Тут «1» свідчить про відсутність свідочств, які спростовують гіпотезу; «0» означає повне спростування гіпотези. Зазвичай верхню межу діапазону позначають через Pls (від англійського plausibility – правдоподібність). Верхню межу інтервалу достовірності можна трактувати як найбільше можливе значення ступеню довіри до гіпотези та визначати за виразом $Pls(A)=1-Bel(\bar{A})$, де A – гіпотеза, для якої формують діапазон достовірності; $Bel(\bar{A})$ – ступінь довіри до гіпотез, альтернативних A.

В основі апарату нечіткої логіки лежать поняття лінгвістичної змінної та нечіткої множини.

Нечітку множину зазвичай визначають від супротивного по відношенню до поняття традиційної (чіткої) множини. Під традиційною множиною розуміють сукупність об'єктів предметної області, відокремлених за певною ознакою. Для визначення об'єктів предметної області, які входять до складу тієї чи іншої множини можна запропонувати двозначну логічну характеристичну функцію, яка визначає належність певного об'єкту до множини та приймає значення «+1» («TRUE»/ «ІСТИНА») у разі належності та «0» («FALSE»/«ХИБНІСТЬ») у протилежному випадку: $\mu(x)=\{ + 1 (TRUE), \text{ якщо } x$

$\in A$; 0 (FALSE), якщо $x \notin A$, де A – множина, належність до якої визначає характеристична функція. На відміну від цього положення для нечітких множин визначають функцію належності, яка може приймати довільне значення в діапазоні $0 \dots 1$, та характеризувати таким чином суб'єктивну ступінь упевненості експерта у належності елементу до відповідної множини. Таким чином, апарат нечітких множин дає змогу визначити числові оцінки для будь-яких лінгвістичних змінних, зокрема для таких модальних характеристик, як «багато», «швидко», «часто» тощо.

Нечітка логіка – це метод формування логічних міркувань з використанням лінгвістичних змінних, представлених нечіткими множинами. Тут поняття «ІСТИНА» та «ХИБНІСТЬ» розглядають як лінгвістичні змінні, представлені нечіткими множинами із такими, наприклад, функціями належності: { ІСТИНА: $\mu_{\text{ІСТИНА}}(x) = x$ для $0 \leq x \leq 1$; ХИБНІСТЬ: $\mu_{\text{ХИБНІСТЬ}}(x) = 1 - \mu_{\text{ІСТИНА}}(x) = 1 - x$ для $0 \leq x \leq 1$. Апарат нечіткої логіки базується на понятті відношення між нечіткими множинами. Звісно, такі відношення також є нечіткими.

Перелік питань на захист лабораторної роботи

1. Види моделювання експертних систем
2. Рівні реалізації експертних систем
3. Основні принципи створення підсистеми опитування клієнтів для сайту.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7

Тема «Експертна оцінка результатів опитування в оболонці Language Integrated Production System за підсумками опитування клієнтів для сайту сервісної служби»

Пролог (фр. *Prolog*, англ. *Prolog*) - мова високого рівня, яка орієнтована на використання концепцій і методів математичної логіки. Основною особливістю, що відрізняє Prolog від аналогів, є декларативний характер написаних на ньому програм. Він призначений для розробки програм і систем штучного інтелекту; відноситься до категорії мов 5 покоління. При роботі з ним досить визначити безліч фактів і встановити відносини між ними і тому програмістам не потрібно розписувати крок за кроком процедури. Процедури, вбудовані в мову, отримують логічні висновки за допомогою цих співвідношень. Ця особливість робить Пролог зручним для написання експертних систем.

Мова Лісп (LISP) розроблений на початку 60-х років в Массачусетському технологічному інституті. Мови програмування Лісп і Пролог мають вбудовані механізми для маніпулювання знаннями. Лісп є універсальною мовою програмування високого рівня і має здатність обробляти спискові структури. Він відноситься до декларативних мов функціонального типу і призначений для обробки символічних даних, представлених у вигляді списків.

Кліпс (CLIPS) був розроблений в середині 80-х років в центрі космічних досліджень NASA. Аббревіатура розшифрує як - C Language Integrated Production System. Він включає в мова опису процедур і мова представлення породжують правила. Кліпс містить три основні елементи: блок виведення, базу знань і список фактів, так як використовує продукційну модель подання знань.

Принциповою відмінністю даної системи від інших є те, що вона повністю реалізована на мові «С». Причому вихідні тексти даних програм опубліковані в Інтернеті. У Кліпс використовується оригінальна LIPS-подібна мова програмування, орієнтована на розробку експертної системи. Крім того, вона підтримує ще дві парадигми програмування: процедурну і об'єктно орієнтовану.

В програмних інструментальних засобах виділяють такі групи:

- Символьні мови програмування (LISP, INTERLISP, SMALLTALK, CLIPS);
- Мови інженерії знань, тобто мови програмування, що дозволяють реалізувати один із способів подання знань (OPS5, LOOPS, KES, Prolog);
- Оболонки експертних систем (або порожні експертні системи), тобто системи, що не містять знань ні про яку предметної області (EMYCIN, ЕКО, ЕКСПЕРТ, EXSYS RuleBook, Expert System Creator).

CLIPS – це сучасний інструмент для створення експертних систем написаний на мові С.

Компоненти CLIPS:

- інтерактивне середовище;
- гнучка і потужна мова ;
- декілька допоміжних інструментів.

CLIPS має ліцензію, що дозволяє поширювати та використовувати програмне забезпечення безкоштовно. Це стало причиною до популярності даного ПЗ (створення бібліотек, вдосконалення архітектури користувачами і т.п.). У роботі CLIPS версії 6.34. для комфортної роботи експертної системи користувач замість ручного введення всіх фактів, які відображають несправності повинен працювати з системою «опитування». Повинен бути обраний саме цей метод, бо користувач не може наперед знати, як само треба описати свою проблему або не ввів факти, які були важливі для рішення експертної системи. Для того, щоб не було помилок опису інформації була і реалізована продукційна модель експертної системи.

При моделюванні продукцій (правил) було вирішено створити систему, яка буде задавати користувачу питання відповідно до етапу роботи ЕС і кожен наступний крок буде проводитись враховуючи попередню відповідь. Для цього формат відповіді повинен бути строгим, щоб було реалізовано за допомогою вводу відповідей із запропонованих варіантів відповіді або питання, відповіді на які можуть бути тільки «так» чи «ні».

Постановка задачі: Мета лабораторної роботи - порівняти можливості співпадання алгоритму опитування під час використання оболонці Language Integrated Production System (CLIPS) та розповсюджених методів (наприклад, LISP, Prolog або спеціальних засобів підтримки розробки).

Хід роботи: розглянути основну ідею логічного програмування в відділенні управління ходом обчислень від логіки програми, що робить більш прозорим процес її створення програми.

При опитуванні респондент має відповісти на п'ять питань:

- 1) Як часто ви звертаєтесь до служби підтримки?
 - a) Не звертався
 - b) Раз на рік
 - c) Раз на 6 місяців
 - d) Раз на місяць
 - e) Частіше
- 2) Як швидко, в середньому, вирішуються ваші проблеми?
 - a) Одразу після звернення
 - b) За добу
 - c) За тиждень
 - d) За місяць
 - e) Більше місяця
- 3) Оцініть загальну роботу техпідтримки (від 1 до 5)
- 4) Оцініть спілкування з оператором (від 1 до 5)
- 5) З якою ймовірністю ви порадите ПриватБанк своїм знайомим? (від 1 до 5).

Далі необхідно за результатами опитування з'ясувати наскільки часто користувачі звертаються до служби технічної підтримки. Якщо найпопулярніший варіант буде - не звертався - система виведе «Результати опитування не є репрезентативними» (рис. 1). Якщо найпопулярніший варіант буде «Раз на місяць» або «частіше» система зробить висновок, що сервіс є поганим, та запитає ще два питання стосовно якості роботи техпідтримки: «Як швидко, в середньому, вирішуються ваші проблеми» та «Середня якість роботи техпідтримки», а потім виведе результат опитування (рис. 2). В усіх інших випадках система спитає ще три додаткових питання та також виведе висновок (рис. 3). Вихідний код можна побачити у лістнигу програми.

```
CLIPS IDE
File Edit Environment Debug Help
Dir: D:\Универ\3 курс\експертные системы\lab7
CLIPS (6.4 2/9/21)
CLIPS> (load "lab.clp")
%!****
TRUE
CLIPS> (reset)
CLIPS> (run)
1 - Не звертався
2 - Раз на рік
3 - Раз на 6 місяців
4 - Раз на місяць
5 - Частіше
Найчастіша частота звернення до служби підтримки:1
Результати опитування не є репрезентативними
CLIPS>
```

Рис. 1. Робота експертної системи

```
CLIPS IDE
File Edit Environment Debug Help
Dir: D:\Универ\3 курс\експертные системы\lab7
CLIPS> (reset)
CLIPS> (run)
1 - Не звертався
2 - Раз на рік
3 - Раз на 6 місяців
4 - Раз на місяць
5 - Частіше
Найчастіша частота звернення до служби підтримки:4
1 - Одразу після звернення
2 - За добу
3 - За тиждень
4 - За місяць
5 - Більше місяця
Як швидко, в середньому, вирішуються ваші проблеми:3
Середня якість роботи техпідтримки:3.5
Якість роботи сервісу є поганою, тому користувачі досить часто звертаються до служби підтримки, проте служба підтримки швидко вирішує питання, що призвело до непоганих оцінок
CLIPS>
```

Рис. 2. Робота експертної системи

```

CLIPS IDE
File Edit Environment Debug Help
Dir: D:\Универ\3 курс\експертные системы\lab7
CLIPS> (run)
1 - Не звертався
2 - Раз на рік
3 - Раз на 6 місяців
4 - Раз на місяць
5 - Частіше
Найчастіша частота звернення до служби підтримки:3
Середня якість роботи техпідтримки:4.5
Середня оцінка роботи з оператором:2.5
Середня ймовірність рекомендації:4
Якість роботи сервісу є доброю, техпідтримка працює якісно, проте якість спілкування з оператором є низькою
Якість роботи сервісу є достатньо доброю, тому користувачі з великою ймовірністю будуть радіти сервісу
CLIPS>

```

Рис. 3. Робота експертної системи

Лістинг програми:

```

(deftemplate AppealFrequency (slot appeal_frequency))

(deffunction ask (?question $?values)
  (printout t ?question)
  (bind ?answer (read))
  (if (lexemep ?answer)
    then (bind ?answer (lowercase ?answer)))
  (while (not (member$ ?answer ?values)) do
    (printout t ?question)
    (bind ?answer(read))
    (if (lexemep ?answer)
      then (bind ?answer (lowercase ?answer))))
  ?answer)

(defrule GetAppealFrequency
=>
  (format t "1 - Не звертався%n2 - Раз на рік%n3 - Раз на 6 місяців%n4 - Раз на місяць%n5 - Частіше%n")
  (bind ?response-1 (ask "Найчастіша частота звернення до служби підтримки:" 1 2 3 4 5))
  (if (eq ?response-1 1)
    then
      (format t "Результати опитування не є репрезентативними%n")
    else
      (assert (AppealFrequency (appeal_frequency ?response-1)))
      )
  )

(defrule ResultsGoodAppeal
  (AppealFrequency (appeal_frequency 2|3))
=>
  (printout t "Середня якість роботи техпідтримки:")
  (bind ?response-3 (read))

```

```

(printout t "Середня оцінка роботи з оператором:")
(bind ?response-4 (read))

(printout t "Середня ймовірність рекомендації:")
(bind ?response-5 (read))

(if (< ?response-3 3)
  then
    (if (< ?response-4 3)
      then
        (format t "Якість роботи сервісу є доброю, проте техпідтримка працює неякісно та якість спілкування з оператором є низькою%n")
        else
          (format t "Якість роботи сервісу є доброю, проте техпідтримка працює неякісно, але якість спілкування з оператором є високою%n")
        )
      else
        (if (< ?response-4 3)
          then
            (format t "Якість роботи сервісу є доброю, техпідтримка працює якісно, проте якість спілкування з оператором є низькою%n")
            else
              (format t "Якість роботи сервісу є доброю, техпідтримка працює якісно та якість спілкування з оператором є високою%n")
            )
          )
    )

(if (< ?response-5 3)
  then
    (format t "Якість роботи сервісу є достатньо доброю, проте через якість техпідтримки користувачі з великою ймовірністю не будуть радити сервіс%n")
    else
      (format t "Якість роботи сервісу є достатньо доброю, тому користувачі з великою ймовірністю будуть радити сервіс%n")
    )
)

(defrule ResultsBadAppeal
  (AppealFrequency (appeal_frequency 4|5))
=>
  (format t "1 - Одразу після звернення%n2 - За добу%n3 - За тиждень%n4 - За місяць%n5 - Більше місяця%n")
  (bind ?response-2 (ask "Як швидко, в середньому, вирішуються ваші проблеми:" 1 2 3 4 5))
  (if (or (eq ?response-2 1) (eq ?response-2 2) (eq ?response-2 3))
    then
      (printout t "Середня якість роботи техпідтримки:")
      (bind ?response-3 (read))
      (if (< ?response-3 3)
        then

```

```

(format t "Якість роботи сервісу є поганою, тому користувачі досить часто звертаються до служби підтримки,
й не дивлячись на те, що служба підтримки швидко вирішує питання, низькі оцінки свідчать про неякісну
роботу служби підтримки%n")
else
  (format t "Якість роботи сервісу є поганою, тому користувачі досить часто звертаються до служби підтримки,
проте служба підтримки швидко вирішує питання, що призвело до непоганих оцінок%n")
  )
else
  (printout t "Середня якість роботи техпідтримки:")
  (bind ?response-3 (read))
  (if (< ?response-3 3)
    then
      (format t "Якість роботи сервісу є поганою, тому користувачі досить часто звертаються до служби підтримки,
а служба підтримки довго вирішує питання, тому оцінки роботи служби підтримки низькі%n")
      else
        (format t "Якість роботи сервісу є поганою, тому користувачі досить часто звертаються до служби підтримки,
а служба підтримки довго вирішує питання, проте якісно, що призвело до непоганих оцінок%n")
        )
        )
  )
)

```

Вирішити питання створення системи експертної оцінки результатів опитування у середовищі CLIPS.

Перелік питань на захист лабораторної роботи

1. Основні принципи розвитку експертної системи CLIPS
2. Правила в CLIPS , які призначені для визначення евристик
3. Основні переваги CLIPS як оболонки експертної системи
4. Правила та основний цикл виконання правил CLIPS
5. Основні принципи створення підсистеми опитування клієнтів для сайту

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ

1. Текстовий та графічний матеріали записки друкують комп'ютерним способом на одному боці односторонніх білих аркушів формату А4 (розмір 210 x 297 мм) через 1,5 міжрядковий інтервал, текст вирівнюють по ширині аркуша. Текстовий редактор – Word з пакета Microsoft Office, Open Office Writer, Star Office Writer та ін. Шрифт – Times New Roman Cyr, 14.

2. Оформлення ілюстрацій

Усі ілюстрації в пояснювальній записці (креслення, схеми, фотографії, діаграми, графіки) називають рисунками.

Кількість ілюстрацій має бути достатньою для пояснення тексту, який викладається. Ілюстрації потрібно розмішувати як по тексту записки (якомога ближче до відповідних частин тексту), так і в кінці його або наводити в додатках. Ілюстрації належить виконувати у відповідності до вимог стандартів ЄСКД і ЕСПД за допомогою різних графічних редакторів та систем автоматизованого проектування.

Усі ілюстрації послідовно нумерують у межах розділу арабськими цифрами. Номер ілюстрації складається з номера розділу і порядкового номера ілюстрації, наприклад, «Рис 2.5 Граф алгоритму». Посилання на ілюстрації подають так: «... на рис. 2.5 ...». Повторне посилання на ілюстрацію наводять із скороченням слова «дивись», наприклад, «... див. рис. 2.5 ...». Допускається нумерація ілюстрацій у межах лабораторної роботи.

Ілюстрації повинні мати назву, яку розміщують під ілюстрацією в одному рядку з її номером, наприклад, «Рис. 3.2. Схема». За потреби під назвою ілюстрації записують пояснювальні дані

Розмір шрифту всіх без винятку надписів у рисунках має бути таким самим, як і в тексті пояснювальної записки.

Ілюстрації розміщують так, щоб їх можна було розглядати, не повертаючи аркуш або повертаючи його за ходом стрілки годинника.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Основна література

1. М.В. Розум. Теорія прийняття рішень. Навчальний посібник для спеціальностей 122 – Комп'ютерні науки, 124 – Системний аналіз, 125 – Кібербезпека та захист інформації (для денної та заочної форм навчання). – Одеса: Видавництво «ОНМУ», 2023. - 290 с.

2. Методи та системи штучного інтелекту: навч. посіб. // укл. Д.В. Лубко, С.В. Шаров. – Мелітополь: ФОП Однорог Т.В., 2019. – 264 с.

3. Новожилова М. В. Розробка експертних систем в середовищі CLIPS : навч. посібник // М. В. Новожилова, О. О. Петрова ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. –130 с.

Додаткова література

1. Лямец В.И., Успенко В.И. Основы общей теории систем и системный анализ. Учебное пособие – Харьков: «БУРУН и К», Киев: ООО «КНТ», 2015. – 304 с.

2. Сучасні проблеми моделювання соціально-економічних систем. Матеріали XI міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції 11-12 квітня 2019 р. – Мультимедійне наук. електрон. вид. – Братислава – Харків, ВШЕМ – ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2019

3. Експертні системи прийняття рішень в енергетиці: навч. посіб. / Т. Л. Кацадзе. – К.: ЛОГОС, 2014. – 173 с. – Бібліогр.: с. 167-173.

4. A. Cherok, D. Larin, L. Martynovych, B. Panchenko, I. Sharipova. On fundamentals of creating an expert system for digitized texts' style identification - Перспективні напрямки сучасної електроніки, інформаційних і комп'ютерних систем (MEICS-2023). Тези доповідей на VIII Всеукраїнській науково-практичній конференції: 22-24 листопада 2023 р., м. Дніпро / Укладач Іванченко О. В. – Дніпро, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, ПП «Ліра ЛТД», 2023. – 262 с.- С. 138-139

5. Северин С., Шаріпова І.В. Розробка інформаційно-довідкової системи змісту навчальних дисциплін з вибіркової компоненти освітньої програми. Міжнародна науково-технічна конференція здобувачів вищої освіти та молодих вчених “Комп'ютерні науки, інформаційні технології та системи управління” CSYSC-2023 21-22 грудня 2023 р., Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника. Тези доповідей стор. 242-243

6. <https://docs.nvidia.com/isaac/apps/carter/gmapping/doc/index.html>

Додаток А

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І.І. МЕЧНИКОВА
ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ, ФІЗИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ ТА ТЕХНОЛОГІЙ

Звіт з лабораторної роботи № ___
з дисципліни «Експертні системи»
Тема: «_____»

Виконав здобувач денної форми навчання
спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»
курс ___ гр. ___

Прізвище Ім'я _____

Керівник : (к.т.н.) (доц.) кафедри КСТ
Прізвище Ім'я _____

Одеса – 2024

ДЛЯ НОТАТОК

Навчальне видання

ЕКСПЕРТНІ СИСТЕМИ

Методичні вказівки до виконання
лабораторних робіт для здобувачів першого
(бакалаврського) рівня вищої освіти
спеціальності 122 Комп'ютерні науки

Укладач

Шаріпова Ільнара Вільївна

В авторській редакції

Підписано до друку 22.03.2024 р. Формат 60x84/16.
Папір офсетний. Гарнітура Times. Цифровий друк.
Ум. друк. арк. 3,25. Наклад 30. Замовлення № 0524-21.
Віддруковано з готового оригінал-макету у друкарні ТакиБук.

Видавництво: Олді+
65101, Україна, м. Одеса, вул. Інглезі, 6/1
Свідоцтво ДК № 7642 від 29.07.2022 р.

Тел.: +38 (098) 559-45-45,
+38 (095) 559-45-45, +38 (093) 559-45-45
Для листування: 65101, Україна, м. Одеса, вул. Інглезі, 6/1
E-mail: office@oldiplus.ua

