

В.П. Бурдаєв

*Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця, Харків*

## РОЗРОБКА МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ “КАРКАС” ДЛЯ ПЛАТФОРМ ANDROID ТА IOS

Одна з сучасних тенденцій розвитку ринку мобільних додатків – це розробка і адаптація мобільних додатків, що виконують функції експертних систем. Мобільний додаток – це програмне забезпечення, призначене для роботи на планшетах, смартфонах та інших мобільних пристроях. Експертна система – це набір компонент, які дозволяють системі приймати рішення на рівні компетентного фахівця (експерта). У роботі розглядається концепція побудови моделей баз знань на основі ієрархічної функціональної системи та її використання в онлайн консультації для мобільних експертних систем. Аналізуються структури моделей баз знань в інформаційно-комунікаційних технологіях для вибору: пакета оператора мобільного зв'язку, провайдера, хостера та інтернет-магазину. Модель бази знань предметної області в системі “КАРКАС” складається з ієрархії класів предметної області, зв'язків між ними (правил), які діють в рамках цієї моделі.

**Ключові слова:** мобільний додаток, експертна система, модель бази знань, ієрархічна функціональна система.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Існують десятки технічних методів розробки мобільних додатків. Кожен з цих методів має як свої недоліки, так свої переваги. Відмінності між ними в основному в швидкості написання мобільного додатку, його вартості і якості кінцевого продукту.

Система “КАРКАС” являє собою інструментарій для розробки моделей баз знань для експертних систем (ЕС) [1–2]. Для представлення знань розроблена ієрархічна функціональна система, яка генерується системою на основі правил продукції і фреймів. Машина висновку використовує ієрархічну функціональну систему під час консультації з користувачем. Можливі наступні режими роботи машини висновку: прямий висновок, зворотній висновок, непрямий висновок, формули Баеса, таблиця критеріїв, коли консеквент продукції являє собою список параметрів. Система реалізована за допомогою платформи Embarcadero Delphi 10.4 [3].

З появою смартфона, зросла популярність концепції інтелектуального інтерфейсу для обміну повідомленнями з мобільним додатком.

Наприклад, месенджер TELEGRAM володіє мільйонами активних користувачів і є найшвидшим додатком для обміну повідомленнями. Він працює на всіх мобільних пристроях і на різних платформах.

У систему “КАРКАС” інтегровані чат-боти месенджера TELEGRAM: @Ribs\_karkas\_bot, @es\_test\_karkas\_bot, @es\_economy\_karkas\_bot, @es\_info\_tech\_karkas\_bot, які дозволяють проводити онлайн консультацію, обмін повідомленнями між

моделями баз знань і чат-ботами [4].

Крос-платформний фреймворк FireMonkey (FMX) компанії Embarcadero призначений для побудови користувацьких інтерфейсів. Фреймворк використовує векторну графіку і нативні можливості мобільних пристроїв. Крім того, код програми може бути скомпільований в машинний код для роботи на різних платформах: Windows, Android та iOS.

Таким чином, за допомогою фреймворку FMX можна швидше створювати прототипи додатків для різних мобільних пристроїв [5]. Світовий ринок мобільних додатків зростає з року в рік.

Наприклад, відзначимо кілька переваг використання мобільного додатку у фінансовій сфері:

– мобільні додатки зручніше чат-ботів, сайтів і швидше забезпечують доступ до нативних функцій смартфона (наприклад, відеокамери, GPS-навігатора, функцій розпізнавання голосу);

– мобільні додатки підвищують лояльність, високу конверсію клієнтів, оскільки смартфон завжди з клієнтом (наприклад, підвищують обсяг продажів інтернет-магазину);

– мобільні додатки ефективно впливають на користувачів за допомогою розсилки push-повідомлень.

Одна з головних переваг мобільних додатків в обслуговуванні клієнтів полягає в тому, що співрозмовники можуть вільно задавати питання, які вони не задали б представнику служби підтримки або менеджеру компанії.

Враховуючи сучасні тенденції розвитку ринку мобільних додатків, актуальною проблемою є роз-

робка мобільних додатків, що виконують функції експертних систем. Отже є постійна потреба в адаптації їх для використання на мобільних пристроях.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** На сьогодні існує велика кількість досліджень і робіт присвячених розробці, адаптації експертних систем для мобільних пристроїв.

У роботі [6] розглядається розробка експертної системи у вигляді мобільного додатку для діагностики збоїв в роботі обчислювальної техніки. Система реалізує функції діагностики комп'ютерної техніки і дозволяє обслуговувати фахівців для доступу: до документації виробника обладнання, до облікових даних про його фактичний стан, до баз даних типових проблем і методів їх усунення. Для вирішення завдання використовуються типовий набір компонент експертної системи: інтерпретатор правил, робоча пам'ять, бази знань і даних, пояснювальний модуль діалогу з користувачем. Експертна система працює в двох режимах: отримання знань і вирішення завдань.

У роботі [7] описується прототип експертної системи NUTRITION UCR, який працює на мобільних пристроях і пропонує інтелектуальні функції з оцінки стану харчування людини за допомогою різних фізичних характеристик і харчових звичок. Система виконує моніторинг Користувача з метою поліпшити його харчові звички. Прототип експертної системи реалізований з використанням JESS, Java Expert System і Java для платформи Android з використанням сервіс-орієнтованої архітектури.

У роботі [8] досліджується прототип експертної системи для вирішення комп'ютерних несправностей за допомогою мобільного додатку на Android-смартфонах. Мета розробки полягає у виявленні несправності комп'ютера шляхом діалогу користувача з мобільним додатком. Мобільний додаток в залежності від відповіді користувача надає опис несправності з зображеннями.

У роботі [9] розглядається прототип експертної системи у вигляді мобільного додатку для діагностики несправності в роботі обчислювальної техніки. Розробляється база знань на основі звернень клієнтів, у яких стався будь-який збій в роботі обладнання, програмного забезпечення або мережі. Реалізовано основні компоненти експертної системи.

Таким чином, в більшості випадків мобільні додатки, чат-боти використовують програми обміну повідомленнями для спілкування з клієнтами. У роботах [6–9] розглянуто традиційні методи і процедури для реалізації компонент ЕС для мобільних додатків на різних платформах.

**Мета статті** – дослідження та обґрунтування повнофункціонального прототипу інструментальної системи “КАРКАС” з інтерфейсом користувача у вигляді мобільного додатку під платформами

Android і iOS. Дана робота є розвитком досліджень [10–16].

## Виклад основного матеріалу

Сучасні засоби Інтернет накладають певні умови на архітектуру і застосування експертних систем. Багато компонентів ЕС такі, як база знань (БЗ), машина висновку, підсистема пояснення, під впливом Інтернет змінюють свої властивості і функції. Все більшу роль тепер грає не статичні знання, а динамічні, не поверхневі знання, а глибинні. Підсистема пояснення забезпечується, методами заснованими на аргументації одержуваних результатів із залученням іррелевантної інформації. Машина висновку все більше базується на принципах, заснованих на міркуваннях по асоціації та аналогії. І такі системи повинні працювати в режимі реального часу і на мобільних пристроях.

Необхідність побудови динамічних моделей предметної області є однією з причин їх використання, як людьми, так і програмними агентами. Наприклад, консорціум W3C розробляє OWL (ontology web language), за допомогою якого предметна область може бути представлена у вигляді моделі об'єкт-властивість для програмних агентів, які здійснюють пошук інформації. У цьому сенсі онтології являють собою інтелектуальні засоби для розвитку і вдосконалення мережі Інтернет.

Інформаційні предметні області володіють динамічною структурою, як наприклад, мережі Інтернет, передбачення аварійних і надзвичайних ситуацій, розподілене навчання. Їх особливостями є: наявність величезного числа автономних сутностей зі своїми конкретними підцілями (автономність). Сутності схильні до впливів зовнішнього середовища (відкритість), взаємодіють між собою (розподіленість). Бази знань сутностей унікальні (локальність) і утворюють ієрархічні коаліції (ієрархія рівнів сутностей). Для побудови моделей баз знань таких предметних областей використовують, наприклад, як моделі штучних нейронних мереж, так і самоорганізуючі відкриті багатоагентні системи.

Проблема виявлення темпоральних знань є загальною при вирішенні багатьох завдань в області штучного інтелекту [16]. Є кілька шляхів її вирішення, наприклад, традиційний напрямок – це використання в явному вигляді часу в темпоральних моделях знань. Інший підхід – це використання часу в неявному вигляді на ідеї розшарування бази знань.

Останній підхід передбачає представлення динамічних властивостей моделей темпоральних знань, що залежать від зовнішніх впливів. Типовим представником такого класу моделей є відкриті динамічні системи, задані неавтономними диференціальними рівняннями. Однак, володіючи чудовими властивостями описувати складну динаміку нелі-

нійних процесів, вони погано пристосовані для виявлення особливостей цієї динаміки безпосередньо з даних у формі елементів бази знань в силу слабкої інтерпретаційної придатності диференціальних рівнянь. Крім того, відкриті динамічні системи втрачають свої переваги при роботі зі слабо структурованими часовими даними в умовах апріорної нестачі інформації або, коли її значна частина доступна лише у вигляді експертно-евристичних описів.

У теорії складних динамічних систем одна з проблем, полягає в прийнятті рішень при наявності багатьох цілей. Динамічна система характеризується тим, що її компоненти і параметри явно або неявно залежать від часу. Еволюція динамічної системи задається або диференціальними рівняннями, або графом її станів або іншими законами. У разі, коли динамічна система задається графом станів, тоді вона володіє такими найважливішими властивостями як зв'язність, складність, стійкість, цілісність, ієрархічність і цілі поведінки якої слабо формалізовані.

Для вивчення глобальних властивостей динамічних процесів в предметних областях застосовують математичні структури з диференціальною топологією-різноманіття, які інтерпретуються як "простір станів", а динамічний процес моделюють за допомогою диференційованих відображень (діффеоморфізмів або гладких потоків).

Побудова моделі БЗ предметної області ґрунтується на понятті онтології. З позицій штучного інтелекту терміном онтологія можна визначити деякий механізм, спосіб, який використовується для опису предметної області, зокрема базових понять цієї області, їх властивостей і зв'язків між ними. Іншими словами, онтологія складається з об'єктів предметної області, розбитих на кластери відповідно до деяких критеріїв, їх визначень і атрибутів, а також пов'язаних з ними правил висновку. Онтологія кодується таким чином, щоб об'єкти і властивості були доступні програмним агентам [13].

З позицій об'єктно-орієнтованого програмування базовим поняттям в онтології є клас, який характеризується властивостями і методами. Властивості класу задаються значеннями його полів, а методи вирішують певні завдання. Клас – це шаблон, на основі якого створюються екземпляри класу. Таким чином, модель БЗ можна також уявити, як сукупність взаємодіючих об'єктів.

Наявність примірників класів, об'єктів, атрибутів і правил висновку в онтології перетворюють її з концептуальної схеми предметної області в БЗ.

Практично всі моделі онтологій, в тій чи іншій мірі, містять концепти (сутності, поняття, класи, об'єкти), властивості концептів (атрибути, слоти), відносини між концептами (зв'язки, залежності).

Об'єкти (а точніше цілі і підцілі моделі БЗ) не

існують окремо один від одного. Між ними є реальні відносини, і вони повинні бути відображені в моделі БЗ предметної області. При виділенні відносин акцент робиться на фіксацію зв'язків і їх характеристик. Відношення (зв'язок) являє собою з'єднання (взаємовідношення) між двома або більше об'єктами, яке формує фільтрацію БЗ. Кожен зв'язок реалізується через значення атрибутів об'єктів.

Функціональна система (ФС) – це система, сформована для досягнення заданого корисного результату (цільової функції) в процесі свого функціонування. Її системоутворюючим фактором є конкретний результат. Іншими словами, мета розглядається як заданий результат, а обмеження – як ступінь свободи, необхідну для досягнення результату.

Відмінна особливість функціональних систем – в їх відкритості, не автономності, не ізолюваності від зовнішнього середовища. Математичною моделлю, що описує еволюцію таких систем, служать неавтономні диференціальні рівняння.

Наприклад, функціональну систему можна розглядати, як сукупність функцій з деяким набором операцій, що застосовуються до цих функцій. Роль функцій відіграють правила бази знань, а основні операції – це зіставлення атрибута зі зразком і визначення умов застосовності правил.

Функціональна система характеризується наступними властивостями:

- зв'язністю (ланцюжок розшарувань бази знань);
- складністю (ієрархія рівнів локальних баз знань);
- стійкістю (адаптивна поведінка системи) – структура орієнтованого графа функціональної системи не змінюється при вертикальних збуреннях правил.

Іншими словами, здійснюється тільки зміна значень антенцентів правил для локальних баз знань ланцюжка розшарувань, а база розшарування, яка інтерпретується як зовнішнє середовище, залишається не змінною [15].

Зв'язність функціональної системи виражається в фільтрації БЗ.

Нехай  $B_i$  – це локальна база знань, тобто містить правила продукцій для визначення підцілі  $G_i$ , яка знаходиться на  $i$ -тому рівні в ієрархії функціональної системи. Фільтрація бази знань – це кінцева система локальних баз знань  $B_i$

$$B_0 < B_1 < \dots < B_k$$

частково-упорядних ( $<$ ) наступним чином: консеквент кожного правила з  $B_i$  міститься в антецедент правила з  $B_{i+1}$ .

Щоб побудувати фільтрацію бази знань досить вказати ланцюжок правил ієрархічної функціональ-

ної системи для досягнення основної мети.

Потім за допомогою рекурсивного алгоритму будуються, інші правила для локальних баз знань ФС шляхом генерування правил під час консультації з експертом.

Експерт аналізує правила надане агентом висновку функціональної системи і може помістити створені правила в локальну базу знань на відповідному рівні ієрархії функціональної системи, або заборонити його використання, або дозволити його використання на певний час.

Таким чином, за допомогою алгоритму фільтрації бази знань здійснюється як поповнення локальних баз знань, так і їх адаптація до предметної області. Кількість локальних баз знань відповідає рівням ієрархічної функціональної системи.

Отже, модель БЗ предметної області розглядається як ієрархічна функціональна система, в якій результат надає організуючий вплив на всі етапи формування онтології. Класи і зв'язки між ними можна розглядати як логічну конструкцію ієрархічної функціональної системи. Ієрархічна структура БЗ дозволяє машині висновку досягти локальної мети на кожному рівні ієрархії і відповідно – глобальної мети.

Фізична модель бази знань зберігає екземпляри класів, об'єктів, значення атрибутів об'єктів і логічні зв'язки між класами, об'єктами.

Поняття онтології в штучному інтелекті ідентично поняттю бази знань і в основі її лежать класи, екземпляри класів, взаємини між ними. Важливою проблемою онтології є моделювання логічного висновку.

### Модель бази знань для вибору пакета оператора мобільного зв'язку

Оператори мобільного зв'язку в результаті конкуренції пропонують клієнтам найбільш зручні та вигідні тарифи. Важливу роль у виборі абонентами тарифів є такі послуги, як SMS, MMS, телефонні дзвінки, а також додаткові слуги: роумінг, голосова пошта, мобільний інтернет, розваги.

Тому розробка мобільного додатку для консультування користувачів щодо вибору оптимального тарифного плану мобільного оператора дуже важлива, завдяки його завжди доступності і високій конверсії.

Основна мета прототипу мобільного додатка-це надання Користувачеві тарифного плану мобільного оператора, що задовольняє обраним критеріям.

Вихідні дані:

- вартість SMS;
- вартість MMS;
- вартість дзвінків і додаткові послуги;
- знання експерта про найпоширеніші критерії вибору тарифного плану.

Для вибору тарифного плану були обрані такі критерії: SMS, MMS, дзвінки, додаткові послуги. Класи предметної області представлені в табл. 1.

Таблиця 1

Класи БЗ

Клас	Кількість екземплярів	Рівень ієрархії
Пакет	5	1
SMS	5	2
MMS	5	2
Дзвінки	5	2

Джерело: зроблено автором.

Приклад тексту правила для визначення вибору пакету оператора мобільного зв'язку – Київстар “Всі мережі”.

Правило\_Всі\_мережі.

$(A+D)\&B\&(C+E)\#$

ЯКЦО

A SMS = Всі\_оператори

B Дзвінки = Всі\_оператори

C MMS = Всі\_оператори

D SMS = Не\_суттєво

E MMS = Не\_суттєво

TE

Пакет = Всі\_мережі.

На рис. 1 представлений вид ієрархічної функціональної системи, згенерованої машиною висновку системи “КАРКАС”, для вибору пакета оператора мобільного зв'язку.

### Модель бази знань для вибору інтернет провайдера

Вибір конкретного провайдера (фірма надає доступ до інтернету) – це завдання, в якій потрібно враховувати вплив, наприклад, таких факторів, як: перелік сервісів або ресурсів Інтернет, пропускна здатність каналу, ступінь завантаженості модемів провайдера, якість телефонних каналів АТС, що обслуговує даного провайдера, рівень сервісу.

Прототип мобільного додатка дозволяє користувачеві підібрати постачальника послуг інтернет провайдера для користувача в залежності від фінансових можливостей, потреб і місця розташування.

Для формування бази знань використовуються наступні параметри:

– для визначення додаткових послуг: файлообмінна система, можливість спілкування, хостинг WEB сайтів;

– для визначення каналів зв'язку: наявність телефонної лінії, віддаленість від міста, необхідність високої швидкості;

– вартість оплати і передачі даних.

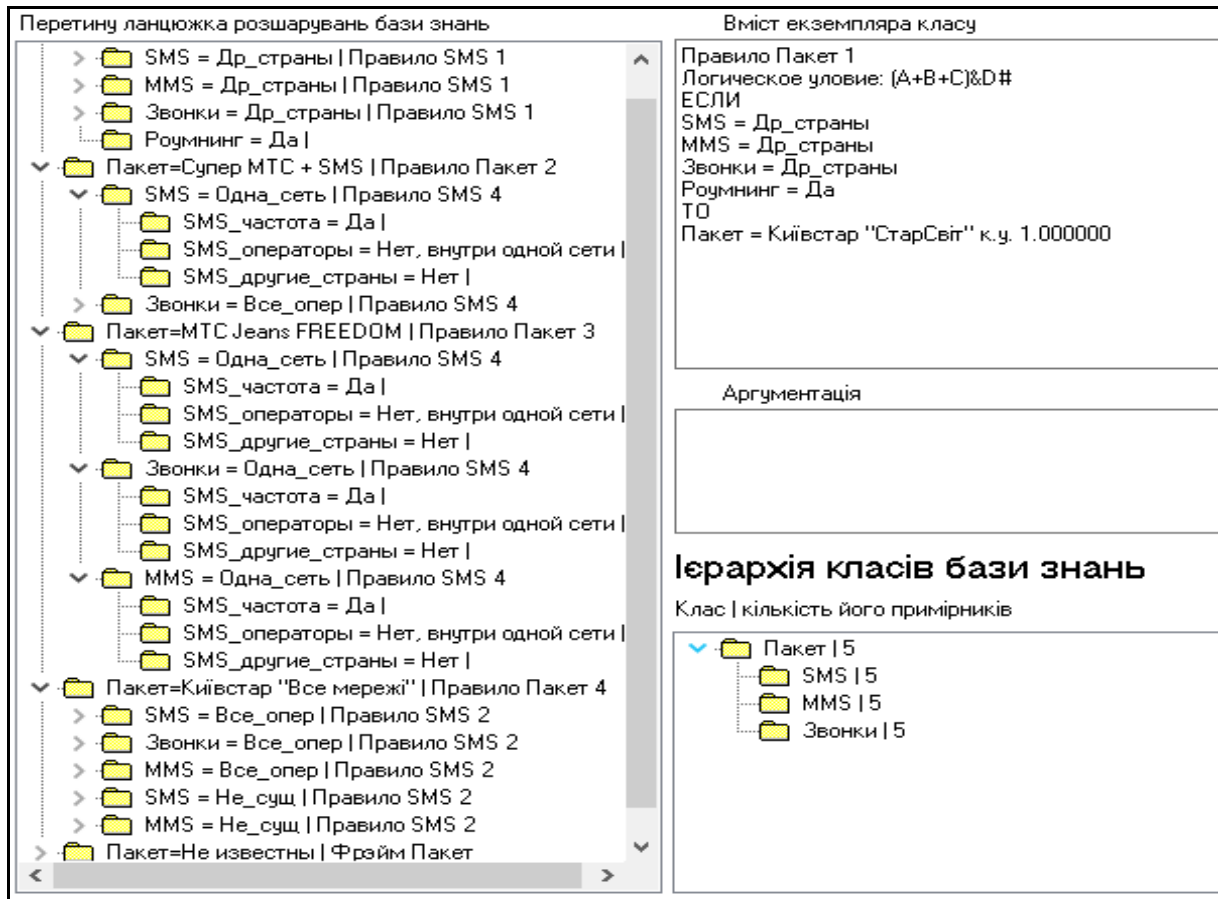


Рис. 1. Вид ієрархічної функціональної системи для вибору пакета оператора мобільного зв'язку  
Джерело: розроблено автором.

Клас розв'язуваних завдань: підбір додаткових послуг для користувача Інтернет, аналіз специфіки потреб користувача.

Критерії ефективності та обмеження: ціновий фактор послуг провайдера, технічні особливості надання послуг, місце розташування клієнта. Класи предметної області представлені в табл. 2.

Таблиця 2

Класи БЗ

Клас	Кількість екземплярів	Рівень ієрархії
Провайдер	4	1
Тарифний план	4	2
Додаткові послуги	5	2
Канал зв'язку	4	2

Джерело: зроблено автором.

Для вибору інтернет провайдера були обрані такі критерії: тарифні плани, канали зв'язку, додаткові послуги, ціновий фактор, швидкість передачі даних. Приклад тексту правила.

Правило\_Vokar.  
A&B&C&D&E#

**ЯКЩО**

- A Тарифний план = Помегабайтна оплата
- B Додаткові послуги = Пошта
- C Канал зв'язку = Dial-Up
- D Ціновий фактор = Від 100 гр.
- E Швидкість передачі даних = 128 кб / с
- TE
- Провайдер = Vokar.

На рис. 2 представлений вид ієрархічної функціональної системи, згенерованої машиною висновку системи "КАРКАС", для вибору пакета оператора мобільного зв'язку.

**Модель бази знань для вибору Інтернет хостера**

В Інтернет співтоваристві існують кілька тисяч компаній, що займаються наданням можливості розміщення сайту, інтернет-магазину за певну плату і на певний термін. Компанії відрізняються як надійністю, ступенем довіри серед мережевого співтовариства, так і за технічними, апаратними характеристиками, іншими параметрами.

Хостер – це юридична або фізична особа, що надає можливість розміщення сайту, інтернет-магазину клієнта на своєму майданчику із застосуванням апаратних і програмних засобів.

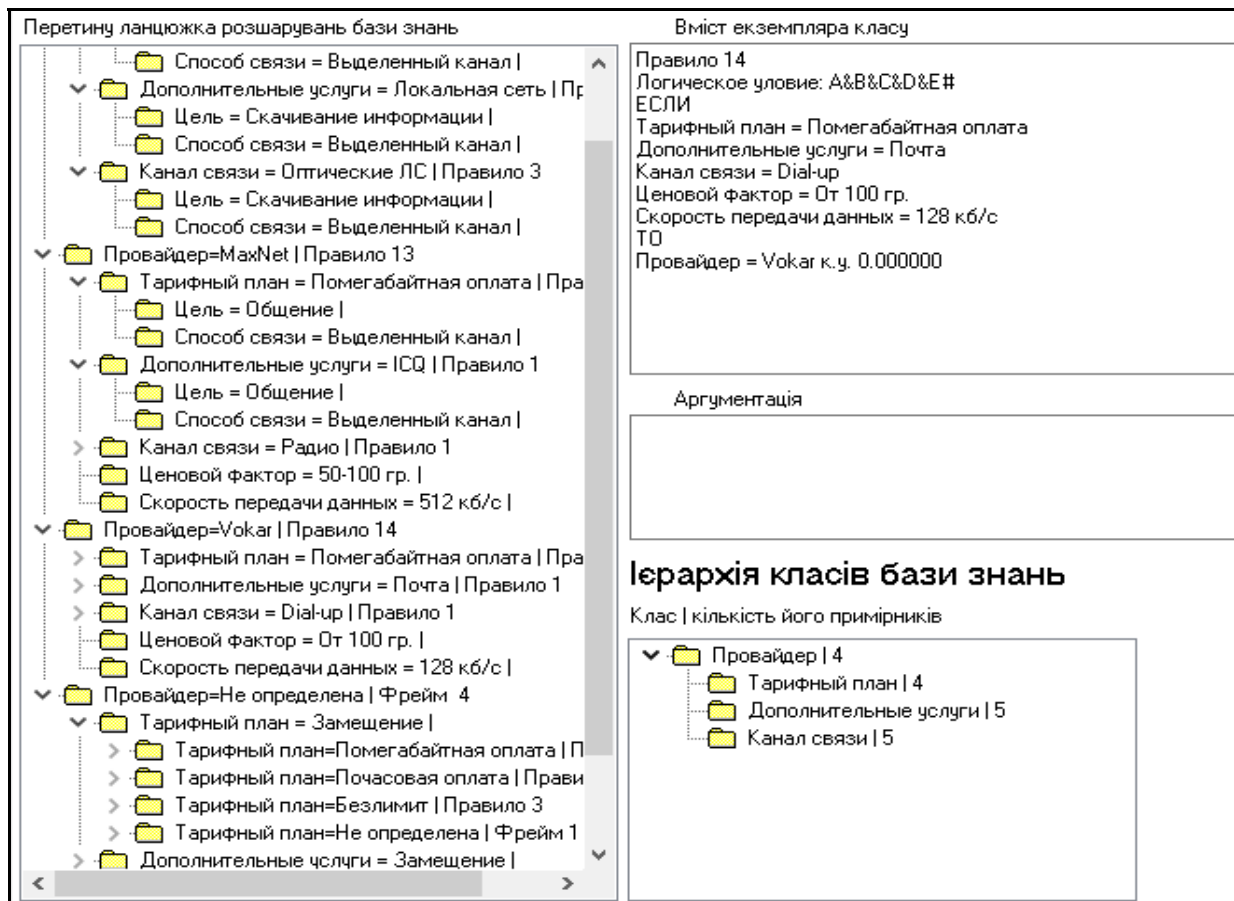


Рис. 2. Вид ієрархічної функціональної системи для вибору інтернет провайдера  
Джерело: розроблено автором.

При виборі хостера користувач, як правило, звертає увагу на наступні показники:

- надані хостером платформи;
- технологія хостингу (php, java, asp.net);
- пропускна здатність каналів;
- варіанти хостингу (shared, vps, dedicated);
- розташування серверів;
- тип фірми, що надає хостинг;
- країна хостера;
- можливість надання хостером офіційної документації;
- гарантія повернення грошей;
- термін оренди хостера;
- можливості надання тестового періоду;
- розмір гарантованого аптайма;
- кількість процесорів на майданчику;
- наявність наданої хостером можливості резервного копіювання;
- вартість;
- умови оплати.

Основна мета прототипу мобільного додатку – вибір найбільш оптимального хостера на підставі певних критеріїв і умов.

Концептуальну модель предметної області можна представити у вигляді таблиці, де стовпці – це атрибути предметної області, а рядки – це об'єкти

предметної області.

Редактор системи “КАРКАС” дозволяє експортувати таблицю з Excel і по ній скласти списки атрибутів і правил БЗ у вигляді кон'юнктивних продукцій.

Далі когнітолог складає питання для користувача і прикріплює їх до атрибутів.

У такому варіанті конструювання онтології виділяється один клас, який містить досить багато об'єктів. Таку побудову онтології можна розглядати як попередню побудову.

Далі слід виділити класи предметної області, щоб скоротити кількість правил, оскільки продукційні машини висновку чутливі до кількості правил.

Наведемо текст одного з правил БЗ.

Правило\_hosting.ua  
 A&B&C&D&E&F&G&H&I&J&K&L&M&N&O#  
 ЯКЩО  
 A Країна хостера = Україна  
 B Країна, де розташовані сервера хостера = Україна  
 C Тип хостера = Компанія з власним datacenter  
 D Вартість (на місяць) = До 5 доларів  
 E Термін оренди хостингу = 1 рік  
 F Технологія хостингу = Opensource (php, mysql, perl)

G Платформа хостингу = \* Ніх системи  
 H Розмір дискового простору = До 500 Мб  
 I Розмір необхідного трафіку в місяць = До 1 Гб  
 J Грантія аптайму більше 99,8% = Так  
 K гарантія повернення грошей = Так  
 L Наявності можливості надання хостером офіційної документації = Так  
 M Умови оплати = Поштовий переказ  
 N Надання тестового періоду = Так

O Наявність на сайті хостера форуму користувачів послуг хостера = Так  
 TE  
 Хостер = hosting.ua.  
 На рис. 3 представлений вид ієрархічної функціональної системи, згенерованої машиною висновку системи “КАРКАС”, для вибору Інтернет хостера.

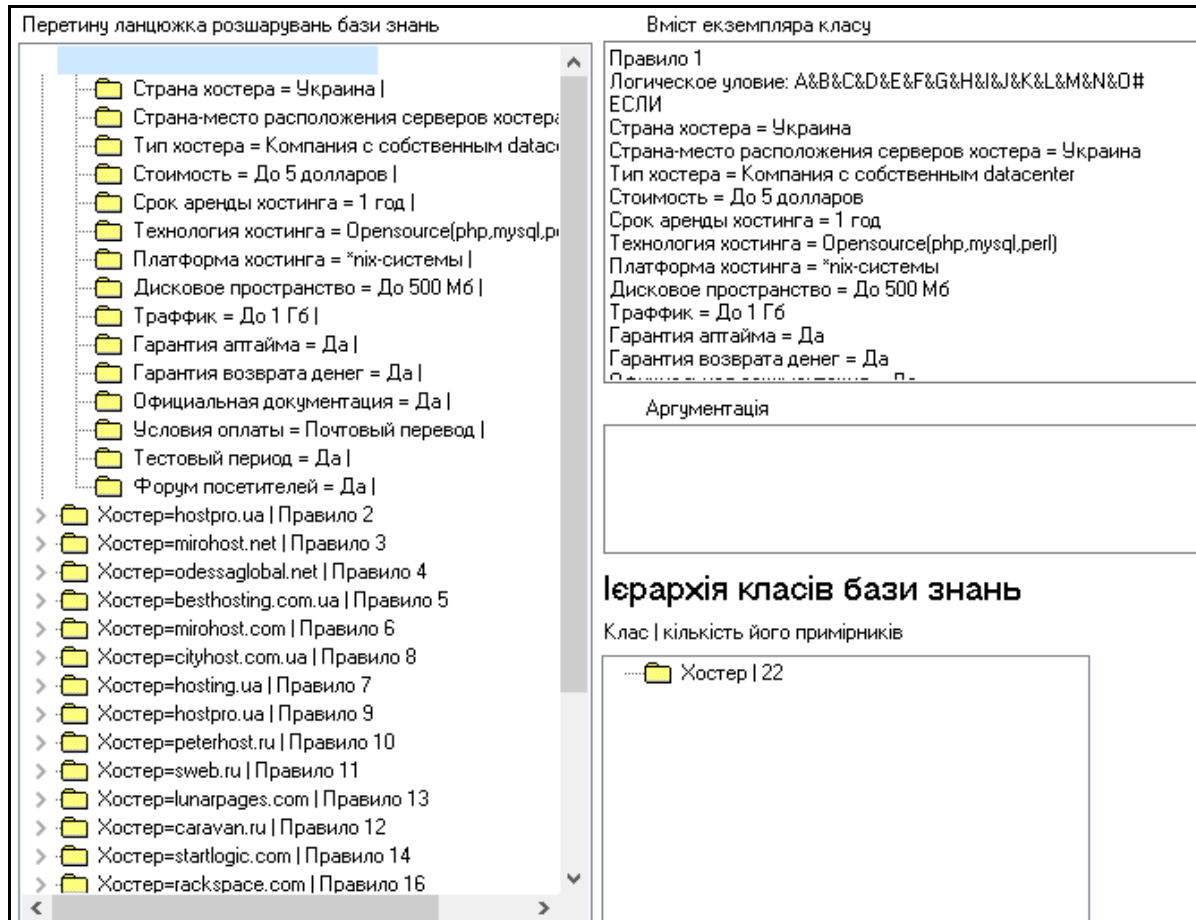


Рис. 3. Вид ієрархічної функціональної системи для вибору Інтернет хостера  
 Джерело: розроблено автором.

### Модель бази знань для вибору інтернет-магазину

На сьогоднішній день будь-яка людина за допомогою інтернет-магазинів має можливість купити будь-яку продукцію, не виходячи з дому. З кожним днем кількість інтернет-магазинів в мережі збільшується і як вибрати потрібний асортимент товару і можливості замовлення стає складним завданням.

Вибір інтернет-магазину – це процедура, яку повинен для себе здійснити сам користувач. Тому що кожна людина вибирає для себе головними ті критерії, які є для неї найбільш головними:

- частота відвідуваності інтернет-магазину;
- зручності користування (інтерфейс);
- види запропонованого товару;
- спосіб оплати, умови доставки.

Вихідні дані (фактори):

- частота відвідуваності інтернет-магазину;
- зручності користування (інтерфейс);
- види запропонованої техніки;
- спосіб оплати;
- умови доставки.

У предметній області виділено один клас, який містить 21 об'єкт.

В основі моделі бази знань лежать основні параметри, які дозволяють знайти певний інтернет-магазин для кожного користувача відповідно його бажанням.

На рис. 4 представлений вид ієрархічної функціональної системи, згенерованої машиною висновку системи “КАРКАС”, для вибору інтернет-магазину.

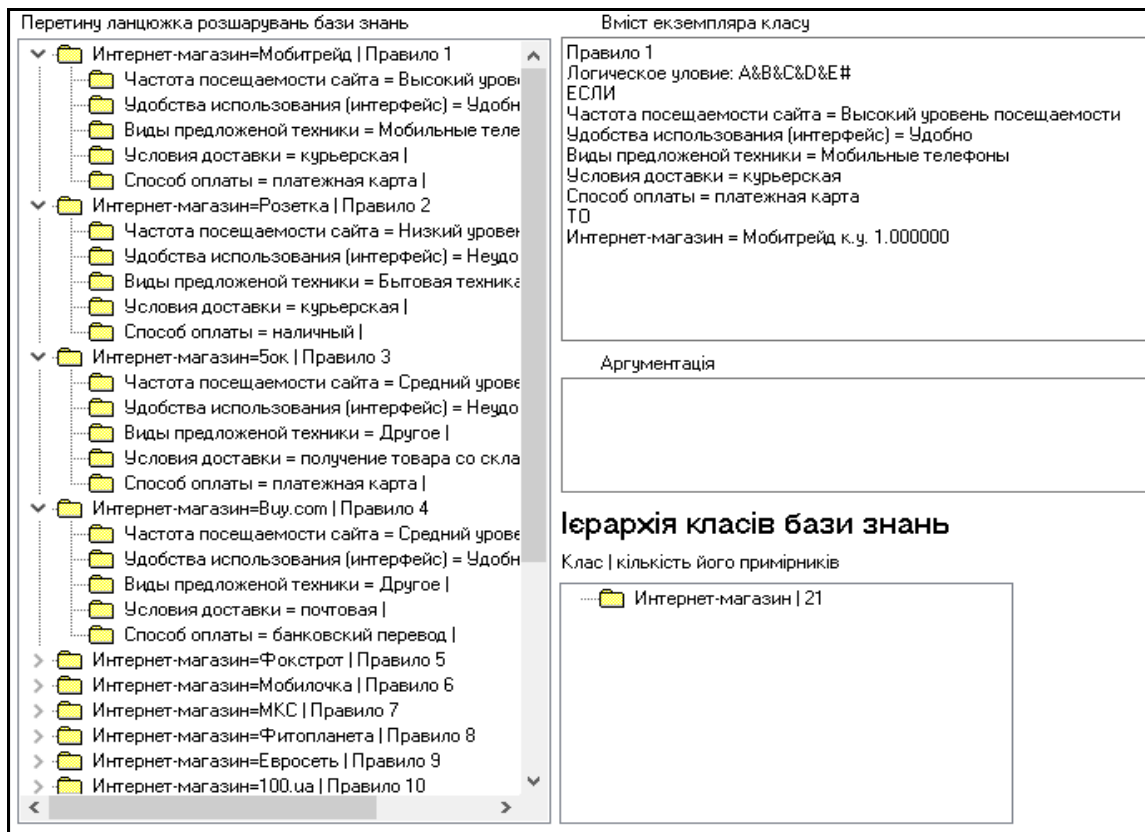


Рис. 4. Вид ієрархічної функціональної системи для вибору інтернет-магазину  
Джерело: розроблено автором.

## Висновки

У роботі викладається концепція побудови моделей баз знань на основі ієрархічної функціональної системи і її використання в онлайн консультації для мобільних експертних систем. Аналізується структура моделей баз знань в інформаційно-комунікаційних технологіях для вибору:

- пакета оператора мобільного зв'язку;
- провайдера, хостера і інтернет-магазину.

Модель бази знань предметної області в системі

“КАРКАС”, складається з ієрархії класів предметної області, зв'язків між ними (правил висновку), які діють в рамках цієї моделі.

У роботі на прикладах показано механізм інтерпретації моделі бази знань за допомогою ієрархічної функціональної системи. Проведене дослідження підтверджує необхідність розробки мобільного додатку “КАРКАС” з елементами сервісів у бік розвитку інтелектуальних та експертних систем на основі мультиплатформених рішень.

## Список літератури

1. Рассел С. Искусственный интеллект: современный поход / С. Рассел, П. Норвиг. – М.: Вильямс, 2006. – 1408 с.
2. Компьютерная система “КАРКАС” [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.it-karkas.com.ua>.
3. Delphi 10.4 Sydney Professional (Embarcadero) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.embarcadero.com/ru/products/rad-studio>.
4. Бурдаев В.П. Використання чат-бота @es\_economy\_karkas\_bot для онлайн консультації з експертною системою / В.П. Бурдаев // Системи обробки інформації. – 2020. – № 1(160). – С. 100-106. <https://doi.org/10.30748/soi.2020.160.13>.
5. Android Mobile Application Development [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://docwiki.embarcadero.com/RADStudio/XE6/en/Android\\_Mobile\\_Application\\_Development](http://docwiki.embarcadero.com/RADStudio/XE6/en/Android_Mobile_Application_Development).
6. Dorrer M. Expert system on the mobile platform for diagnosis of faults in the work of IT-equipment / M. Dorrer, A. Popov, A. Ovsyankin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2019. – No. 537. – P. 1-6.
7. Quesada C. A prototype mobile expert system for nutritional diagnosis [Электронный ресурс] / C. Quesada, M. Jenkins // Proc. of the Twenty-Sixth International Florida Artificial Intelligence Research Society Conference. – Florida, 19 May 2013. – P. 118-123. – Available at: <http://www.aaai.org/ocs/index.php/FLAIRS/FLAIRS13/paper/view/5871>.
8. Sdeek R.S. A mobile expert system application for solving personal computer problems / R.S. Sdeek, R. Saraçoğlu // Journal of Selcuk-Technic. – 2016. – No. 3(15). – С. 173-185.
9. Popov A.A. Designing the experts system as a mobile application for diagnostic troubleshooting in computing technology / A.A. Popov, A.K. Ovsyankin, Yu.A. Yurinski // Electrical and data processing facilities and systems. – 2019. – No. 2(15). – С. 57-62.
10. Бурдаев В.П. Модель функциональной системы динамической предметной области / В.П. Бурдаев // Искусственный интеллект. – 2011. – № 3. – С. 355-365.
11. Бурдаев В.П. Сложные динамические системы, основанные на расслоении знаний / В.П. Бурдаев // Системи



обработки информации. – 2017. – № 2(148). – С. 17-23. <https://doi.org/10.30748/soi.2017.148.03>.

12. Бурдаев В.П. Системы навчання з елементами штучного інтелекту / В.П. Бурдаев. – Х.: ХНЕУ, 2009. – 392 с.
13. Бурдаев В.П. Об одном подходе реализации онтологии предметной области / В.П. Бурдаев // Искусственный интеллект. – 2010. – № 3. – С. 608-617.
14. Гаврилова Т.А. Базы знаний интеллектуальных систем / Т.А. Гаврилова. – СПб.: Питер, 2001. – 384 с.
15. Бурдаев В.П. Сложность динамических систем: монография / В.П. Бурдаев. – Saarbrücken: Lambert, 2015. – 140 с.
16. Burdaev V.P. About one concept of constructing a temporal knowledge base / V.P. Burdaev. – Tokyo: TUP, 2014. – 272 p.

Надійшла до редколегії 11.03.2021

Схвалена до друку 13.04.2021

#### Відомості про автора:

##### Бурдаєв Володимир Петрович

кандидат фізико-математичних наук доцент  
старший науковий співробітник  
Харківського національного економічного  
університету ім. С. Кузнеця,  
Харків, Україна  
<https://orcid.org/0000-0001-9848-9059>

#### Information about the author:

##### Volodymyr Burdaev

Candidate of Physics and Mathematics PhD  
Associate Professor Senior Research  
of Simon Kuznets Kharkiv National  
University of Economics,  
Kharkiv, Ukraine  
<https://orcid.org/0000-0001-9848-9059>

### РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ “КАРКАС” ПОД ПЛАТФОРМАМИ ANDROID И IOS

В.П. Бурдаев

*Одна из современных тенденции развития рынка мобильных приложений – это разработка и адаптация мобильных приложений, выполняющих функции экспертных систем. Мобильное приложение – это программное обеспечение, предназначенное для работы на планшетах, смартфонах и других мобильных устройствах. Экспертная система – это набор компонент, которые позволяют системе принимать решения на уровне компетентного специалиста (эксперта). В работе рассматривается концепция построения моделей баз знаний на основе иерархической функциональной системы и ее использования в онлайн консультации для мобильных экспертных систем. Анализируется структура моделей баз знаний в информационно-коммуникационных технологиях для выбора: пакета оператора мобильной связи, провайдера, хостера и интернет-магазина. Модель базы знаний предметной области в системе “КАРКАС”, состоит из иерархии классов предметной области, связей между ними (правил), которые действуют в рамках этой модели.*

**Ключевые слова:** мобильное приложение, экспертная система, модель базы знаний, иерархическая функциональная система.

### DEVELOPMENT OF THE MOBILE APPLICATION “FRAMEWORK” FOR THE ANDROID AND IOS

V. Burdaev

*One of the current trends in the development of the mobile application market is the development and adaptation of mobile applications that perform the functions of expert systems. A mobile app is software designed to work on tablets, smartphones, and other mobile devices. An expert system is a set of components that allow the system to make decisions at the level of a competent specialist (expert). The paper considers the concept of building knowledge base models based on a hierarchical functional system and its use in online consultation for mobile expert systems. The article analyzes the structure of knowledge base models in information and communication technologies for choosing: a mobile operator package, a provider, a hoster, and an online store. The model of the domain knowledge base in the “KARKAS” system consists of a hierarchy of domain classes, relations between them (rules) that operate within this model. The “KARKAS” system is a tool for developing knowledge base models for expert systems. To represent knowledge, a hierarchical functional system is developed, which is generated by the system based on the rules of products and frames. The output machine uses a hierarchical functional system during user consultation. The following modes of operation of the output machine are possible: direct output, reverse output, indirect output, Bayes formulas, criteria table, when the product sequence is a list of parameters. The system is implemented using the Embarcadero Delphi 10.4 platform. With the advent of the smartphone, the concept of an intelligent interface for messaging with a mobile application has increased in popularity. The TELEGRAM messenger chatbots are integrated into the “KARKAS” system: @Ribs\_karkas\_bot, @es\_test\_karkas\_bot, @es\_economy\_karkas\_bot, @es\_info\_tech\_karkas\_bot, which allow you to conduct online consultation, exchange messages between knowledge base models and chatbots. Embarcadero's cross-platform FireMonkey (FMX) framework allows you to quickly create application prototypes for running on different platforms: Windows, Android, and iOS. The purpose of the research is to develop and justify a fully functional prototype of the “KARKAS” tool system with a user interface in the form of a mobile application for the Android and iOS platforms. The problem of identifying temporal knowledge is urgent in solving many problems in the field of artificial intelligence. There are several ways to solve it, for example, the traditional direction is the explicit use of time in temporal knowledge models. Another approach is the use of time implicit in the idea of separation of the knowledge base. Functional system – this is a system formed to achieve a given useful result (objective function) in the course of its functioning. Its system-forming factor is a specific result. In other words, the goal is considered as a given result, and the constraints are considered as the degree of freedom necessary to achieve the result. For example, a functional system can be considered as a set of functions with a certain set of operations applied to these functions. The role of functions is played by the rules of the knowledge base, and the main operations are the mapping of an attribute to a sample and determining the conditions for the applicability of the rules. The functional system is characterized by the following properties: connectivity-a chain of bundles of the knowledge base; complexity-hierarchy of levels of local knowledge bases; stability (adaptive behavior of the system) – the structure of the digraph of the functional system does not change with vertical perturbations of the rules. In other words, only the values of the antecedents of the rules for the local knowledge bases of the bundle chain are changed, and the bundle base, which is interpreted as the external environment, remains unchanged. In this paper, the knowledge base model is considered as a hierarchical functional system in which the result has an organizing influence on all stages of ontology formation. Classes and relationships between them can be considered as a logical construction of a functional system.*

**Keywords:** mobile application, expert system, knowledge base model, hierarchical functional system.