

5. Перевірка умов коректності завдання тисків і перепаду тиску ε на вході і виході КС.
6. Побудова системи нелінійних контурних рівнянь.
7. Розв'язування нелінійної системи рівнянь ітераційним способом (знаходять поточкорозподіл у мережах).
8. Розрахунок тисків у всіх вершинах компонент графів.
9. Для кожної дуги після завершення виконання алгоритму розраховують P_s, T_s, z_s .
10. Здійснюють повторний розрахунок.

Після трьох – чотирьох ітерацій всі основні газодинамічні параметри газу на кожній дузі з достатньою точністю задовольнятимуть рівняння (1)–(3).

Висновки

Запропонований у роботі алгоритм є основою розробленого програмного комплексу для планування режимів роботи газотранспортних систем. Коректність роботи програмного комплексу перевірено на багатьох реальних заміряних даних. За коректних завдань вхідних даних алгоритм завжди збігається із розв'язком відповідної системи. Проведені дослідження на модельних прикладах показали, що область збіжності є досить великою.

1. П'янило Я., Притула М., Павленко В. Аналіз моделей стаціонарного руху газу в трубопроводах // Вісн. Держ. ун-ту “Львівська політехніка”. – 2003. – № 496. – С. 69–74. 2. Павленко В., П'янило Я., Притула М. Алгоритм гідравлічного розрахунку мереж // Вісн. Держ. ун-ту “Львівська політехніка”. – 2003. – № 496. – С. 172–177. 3. Александров А.В., Яковлев Е.И. Проектирование и эксплуатация систем дальнего транспорта газа. – М.: Недра, 1974. – 443 с. 4. Вольский Э.Л., Константинова И.М. Режим работы магистрального газопровода. – Л.: Недра, 1970. – 168 с. 5. Черников А.В., Галиуллин З.Т. Формула для расчета коэффициента гидравлического сопротивления газопроводов // Газовая промышленность. – 1998. – № 1. – С. 32–33. 6. Ионин А.А. Газоснабжение. – М.: Стройиздат, 1985. – 415 с. 7. Майника Э. Алгоритмы оптимизации на сетях и графах. – М.: Мир, 1981. – 323 с.

УДК 004.413

П. Жежнич, Н. Шаховська

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра інформаційних систем та мереж

МЕТОДИ ПОДАННЯ ТА ОПРАЦЮВАННЯ НЕВИЗНАЧЕНОСТЕЙ У СИСТЕМАХ НАВЧАННЯ

© Жежнич П., Шаховська Н., 2015

Описано методи моделювання невизначеностей у системах навчання. Подано структуру системи та наведено схеми даних.

In this paper the methods of equivocations in datawarehouses for education systems are described. The algorithms for the solution of primary goals are offered. The system structure and data schema are described.

Вступ

Проблема моделювання невизначеності посідає щораз важливіше місце у теорії сховищ даних, побудованих на основі реляційної моделі (СДРМ). Таке явище пояснюють динамічністю розвитку та

прагненням людини зберегти навіть ту інформацію, у якій вона не зовсім впевнена. Типовими предметними галузями появи неповноти інформації як на рівні подання у відношеннях, так і на рівні аналізу даних є планування, історичні дослідження, соціологічні задачі, навчальні заклади тощо.

Найчастіше невизначеність виникає через використання у запитах нечітко заданих параметрів, поданих у вигляді інтервалів, лінгвістичних змінних, ступенів довіри тощо. Крім того, існує проблема збереження у відношеннях СДРМ інформації про об'єкти, які фактично є нечіткими. Прикладом таких об'єктів є різноманітні класи, причому класифікаційні ознаки можуть бути як чіткими (наприклад, загальноприйнята градація оцінювання знань студента 2:[0,49], 3:[50,70], 4:[71,87], 5:[88,100]), так і заданими певним розподілом або нечітким квантифікатором (неявка, неатестація). Найчастіше нечіткість може з'являтися у переглядах, отриманих у результаті запиту до СД із параметрами, поданими у вигляді нечітких величин.

Специфіка задачі аналізу успішності полягає у використанні лінгвістичних змінних для отримання чіткого результату (наприклад, вибрати предмети, для яких неефективно використовувати модульну систему), і тому невизначеність є одною із характеристик модельованих у системі об'єктів.

1. Зв'язок висвітленої проблеми із науковими завданнями

Метою статті є побудова структури системи автоматизації діяльності навчального закладу із врахуванням фактора невизначеності.

Наукова новизна статті полягає у використанні результатів наукових досліджень науковців ІКНІТ (а саме, методів побудови семантично-відкритих систем, моделювання фактора часу в предметних галузях, видобування знань у сховищах даних, усунення невизначеності та неоднозначності даних та ін.) під час побудови комплексної інформаційної системи Інституту.

Практична цінність статті визначається можливістю використання підходів до побудови комплексної інформаційної системи Інституту для автоматизації діяльності інших науково-навчальних інститутів та університету загалом.

2. Постановка задачі

Уведемо формальну модель системи “Аналіз успішності” як трійку

$$DW = \langle DB, RF, func \rangle,$$

де DB – множина відношень, їх схем та обмежень цілісності, що містять інформацію про об'єкти ВНЗ (студентів, викладачів, навчальні плани, групи); RF – множина гіперкубів вимірів, що містить відомості про оцінки студентів, отримані під час кожної сесії; $func$ – множина процедур прийняття рішень.

Тоді нові дані (або рішення) – це результат застосування процедур $func$ над відношенням фактів rf :

$$Design = func(rf, user_param).$$

де $user_param$ – множина параметрів користувача (або вимог), які ставляться до рішення.

Для подання параметрів користувача використано апарат нечітких величин, поданих за допомогою лінгвістичних змінних. Уведені лінгвістичні змінні використовують для аналізу даних та вирішення таких задач:

1. Ефективність навчання студентів – визначається відсоток негативних оцінок за результатами модулів від загальної кількості здач;
2. Ефективність навчання студентами – визначається відсоток отриманих оцінок кожного типу
3. Ефективність навчання студентів за базовими дисциплінами – визначається різницею відсотків отриманих задовільних (добрих, відмінних) оцінок на вступних екзаменах та відсотків задовільних (добрих, відмінних) оцінок за результатами навчання за тією самою дисципліною у ВНЗ.

Значення меж лінгвістичних змінних визначали на основі аналізу результатів застосування кластеризації до відомостей про навчання студентів та обирали так, що максимальні значення, які оцінюються змінною, знаходилися посередині інтервалу значень.

Оскільки відношення rf містить агреговану інформацію з відношень баз даних, то зв'язок між ним і відношеннями баз даних DB приводить до утворення так званого гіперкуба даних (моделі багатовимірного подання даних) [2].

У реляційній моделі гіперкуб даних подають за допомогою розгортання даних у множини відношень вимірів та відношень фактів.

Виміром назвемо множину відношень бази даних $DB_i - V_i : \text{Universum}(DB_i)$. Кожен вимір містить напрямки консолідації даних, що складаються із серії послідовних рівнів узагальнення (рівнів ієрархії).

Відношення між вимірами – деяке відношення, яке є зв'язком між вимірами.

$$V_1, V_2, \dots, V_n \rightarrow rel.$$

Відношення між вимірами ще називають відношенням відношень фактів [2].

Формування відношення rf здійснюється на основі функції агрегування Agg : [1]

$$rf : Agg(rel_1, \dots, rel_n).$$

Оскільки інформація з баз даних кафедр інституту надходить до сховища даних у первинному вигляді, то разом з цією інформацією до сховища даних надходять також і невизначеності (наприклад, у вимірі “Викладач” невідомо дату народження викладача). Невизначеність може виникати на рівні атрибута, кортежа та відношення (рис. 1). Поява невизначеності на рівні атрибута і кортежа у зв'язку з багатовимірністю подання інформації призводить до поширення невизначеності на усі кортежі відношення фактів, у яких значення зовнішнього ключа за вказаним виміром не є порожнім. Оскільки відношення фактів містить велику кількість кортежів, то опрацювання невизначеності традиційними засобами (інтервальна математика, багатозначна логіка) [4] стає неефективним через велику кількість операцій.

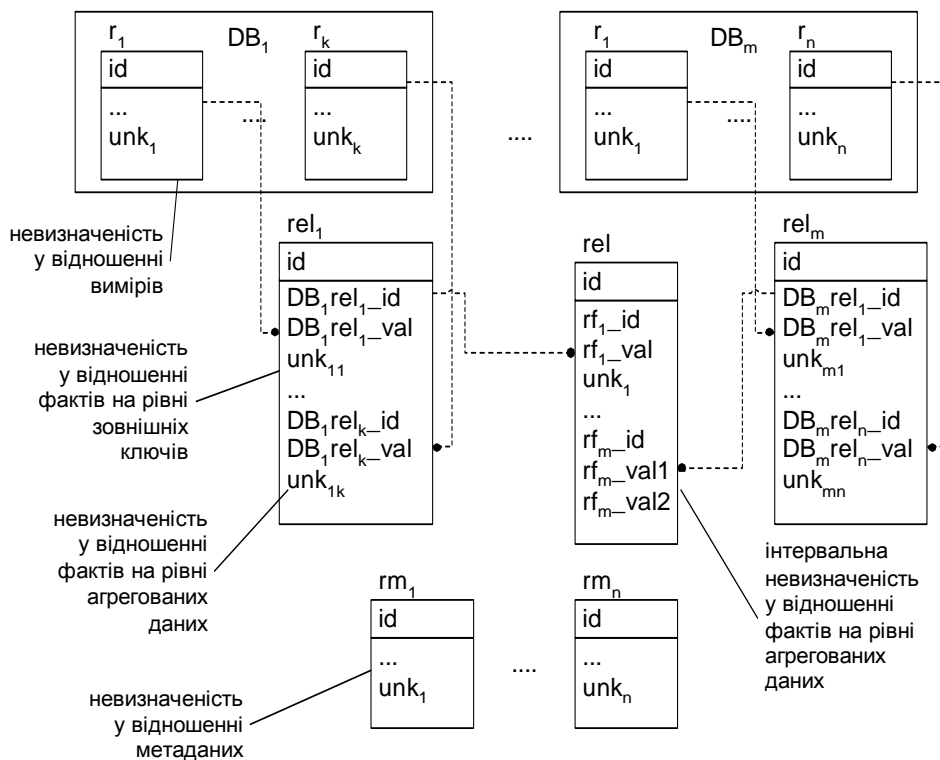


Рис. 1. Схема сховища даних із рівнями введення невизначеності

Крім того, невизначеність може виникати відносно фактів і за значеннями атрибутів, що містять агреговану інформацію, наприклад, невідому оцінку певного студента з певного предмета.

Отже, специфіка сховищ даних (а саме його багатовимірність) приводить до того, що невизначеність, яка у традиційних реляційних базах даних розглядалася у межах одного відношення і

могла виникати на рівні атрибута, кортежа та на рівні відношення, в даному випадку поширюється на усе сховище даних. Тому для опрацювання невизначеності у сховищі даних необхідно використати якісно новий підхід, потреба застосування якого не виникала у реляційних базах даних.

3. Основний матеріал

3.1. Модель відношення із невизначеністю

Для вирішення проблеми подання невизначеності введемо поняття відношення із невизначеністю.

Схемою відношення із невизначеністю R' назвемо скінченну множину імен атрибутів $\{A_1, A_2, \dots, A_n\}$, значення яких є чіткими; $\{A_unk1, A_unk2, A_unk_p\}$, з нечіткими або недетермінованими значеннями; множину імен атрибутів $\{Unk1, Unk2, \dots, Unk_M\}$, доменами яких є числові дані, що моделюють імовірнісні дані, значення функції приналежності нечітких множин, ступінь істинності багатозначної логіки, процентні відношення, коефіцієнти, різноманітні шкали або лінгвістичні оцінки.

Невизначеними вважають значення атрибутів множини A_unk , а рівень довіри до них зберігається у значеннях атрибутів множини UNK .

Для відображення зв'язків між атрибутами множин A_UNK та UNK використовують бінарне відношення $Meta$, значення якого визначаються як:

$$meta_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{Unk}_j \text{ містить значення ступеню довіри до атрибута } A_unk_i \\ 0, & \text{в іншому випадку} \end{cases}$$

Сума за рядками бінарного відношення дорівнює 1, $\forall i = \overline{1, p}, \sum_1^n meta_{ij} = 1$, оскільки вважати-
 мемо, що ступінь довіри до атрибута не вказуватиметься двома і більше атрибутами із множини UNK .

Уведення відношення $meta$ дозволить моделювати будь-які типи невизначеностей, не розширюючи доменів атрибутів.

Уведемо поняття кортежу з невизначеністю.

Кортежем із невизначеністю t_unk назвемо кортеж, підмножина значень атрибутів якого містить неповні, нечіткі чи недетерміновані дані. Тобто об'єкт, який моделюється у відношенні сховища даних цим кортежем існує, але частина інформації про нього відсутня, нечітка, неповна, недетермінована тощо. Крайній випадок незнання про об'єкт відображають відношенні як існування значення первинного ключа у кортежі з невизначеністю. Такий кортеж не піддається аналізу, оскільки для нього неможливо встановити значення цільових атрибутів.

Кортеж із невизначеністю не обмежує цілісності, оскільки моделює реальний об'єкт. Крім того, інформацію, що у ньому міститься, можна опрацьовувати у запитах, результати яких відбиватимуть сам факт незнання про об'єкт або ступінь довіри до даних про об'єкт.

Зауважимо, що у разі стовідсоткової довіри до кожного значення кортежу ми отримуємо традиційний реляційний кортеж та застосовуємо традиційні операції над ним.

Отже, кортеж із невизначеністю t_unk – це множина значень характеристик об'єкта сутності, описана трійкою

$$t_unk = \langle A, A_unk, UNK \rangle,$$

де A – підмножина значень атрибутів із чіткими значеннями, A_unk – підмножина значень атрибутів із нечіткими та недетермінованими значеннями, UNK – підмножина значень атрибутів із ступенями істинності значень атрибутів A_unk і $meta(A_unk, UNK)=1$.

Тоді відношенням із невизначеністю r' назвемо відношення із схемою R' та множиною кортежів t_unk .

Модель відношення з невизначеністю можна застосовувати як до відношень фактів, так і до відношень вимірів, оскільки вважається, що невизначеність не вводиться на рівні зовнішніх ключів відношень, тобто не порушує обмежень цілісності.

Зазначимо, що коли множина атрибутів A_unk порожня, ми отримаємо традиційне реляційне відношення.

3.2. Методи усунення невизначеності

Оскільки є різні типи невизначеності з різними способами опрацювання, то уведемо *узагальнений оператор* над відношеннями з невизначеними даними та використовуватимемо його для усунення невизначеностей:

$$\mathfrak{R} = \gamma(\mathbf{r}', A_unk, lingvistic, \beta)$$

де $\mathbf{r}' = \{r'_1, \dots, r'_n\}$ – множина відношень зі схемою \mathbf{R}' (які можуть бути об'єднані у єдине універсальне відношення); A_unk – множина цільових атрибутів, $A_unk \in \mathbf{R}'$; *lingvistic* – множина нечітких змінних, з якими порівнюють значення цільових атрибутів у \mathbf{r}' ; β – множина операторів реляційної алгебри над \mathbf{r}' . Результатом виконання оператора γ буде множина відношень \mathfrak{R} , яку будують на основі застосування до \mathbf{r}' операторів з β по атрибутах з множини A_unk з урахуванням значення нечіткої змінної з множини *lingvistic* (або множини нечітких змінних) та додаванням до отриманого відношення атрибута UNK ($\mathfrak{R} = \mathbf{R}' \cup UNK$), який характеризує ступінь відповідності значень цільових атрибутів у вихідних кортежах до значення змінних з *lingvistic*.

Наведемо приклад γ -оператора – оператор *лінгвістичної вибірки*:

$$\sigma_{A \Theta U(r), B}^{unk} = \{t \in r \mid ([t(A) \geq u1] \wedge [t(A) \leq u2]) \cup UNK\},$$

де r – традиційне реляційне відношення зі схемою R ; A – атрибут (множина цільових атрибутів) у R , по якому виконується вибірка; unk – відношення, яке містить значення лінгвістичних змінних, $unk(lingvistic_variable, infimum, supremum)$ з атрибутами, які позначають назву лінгвістичної змінної і її нижнє та верхнє значення; $A \Theta U$ – вираз, результатом якого є порівняння за обраним правилом значення a атрибута A зі значеннями $[u1, u2]$ лінгвістичної змінної U ; B – послідовність атрибутів, значення яких обов'язково повинні відповідати параметрам вибірки ($B \subset A$); σ – оператор лінгвістичної вибірки; unk – ступінь істинності значень критичних атрибутів відношення, який визначено у результаті застосування σ .

Оператор σ , як і аналогічний у традиційній реляційній алгебрі оператор вибірки σ , має властивість дистрибутивності відносно бінарних булевих операцій, однак втрачає властивість комутативності, оскільки для різних послідовностей B отримують різні результати аналізу.

Традиційну вибірку можна вважати частковим випадком оператора σ . Тоді значенням атрибута UNK буде максимальний ступінь відповідності.

Розглянемо реалізацію сховища даних навчального закладу та засобів опрацювання невизначеностей.

3.3. Схеми даних об'єктів навчального закладу та засоби опрацювання невизначеностей

Система обліку успішності студентів складається з серверної та клієнтської частини.

Серверну частину реалізовано на основі СКБД MS SQLServer та побудовано на основі узагальненої часової реляційної моделі даних [4]. Умовно її можна поділити на довідкову та документальні частини. В основу довідкової частини покладено картотеку студентів, схему даних якої зображено на рис. 2.

Довідкову інформацію про студента подано у двох таблицях: Q_OB_STUDENT зберігає основну інформацію про студента, необхідну для навчального процесу; Q_OD_STUDENT зберігає додаткову інформацію про студента, отриману на етапі його вступу в університет.

В основу документальної частини покладено відомості про успішність та інші накази про рух студентів. Наприклад, на рис. 3 зображено схему даних обліку відомостей.

Інформація про успішність зберігається у таблицях Q_DC_MARKROLL та Q_DT_MARKROLL. Відомості можуть бути відкритими та закритими. Це визначається значенням поля ISPLAN у таблиці Q_DC_MARKROLL (-1 – відкрита, 0 – закрыта). Якщо відомість відкрита, то користувач має право вносити правки у відомість, а в іншому випадку – ні.

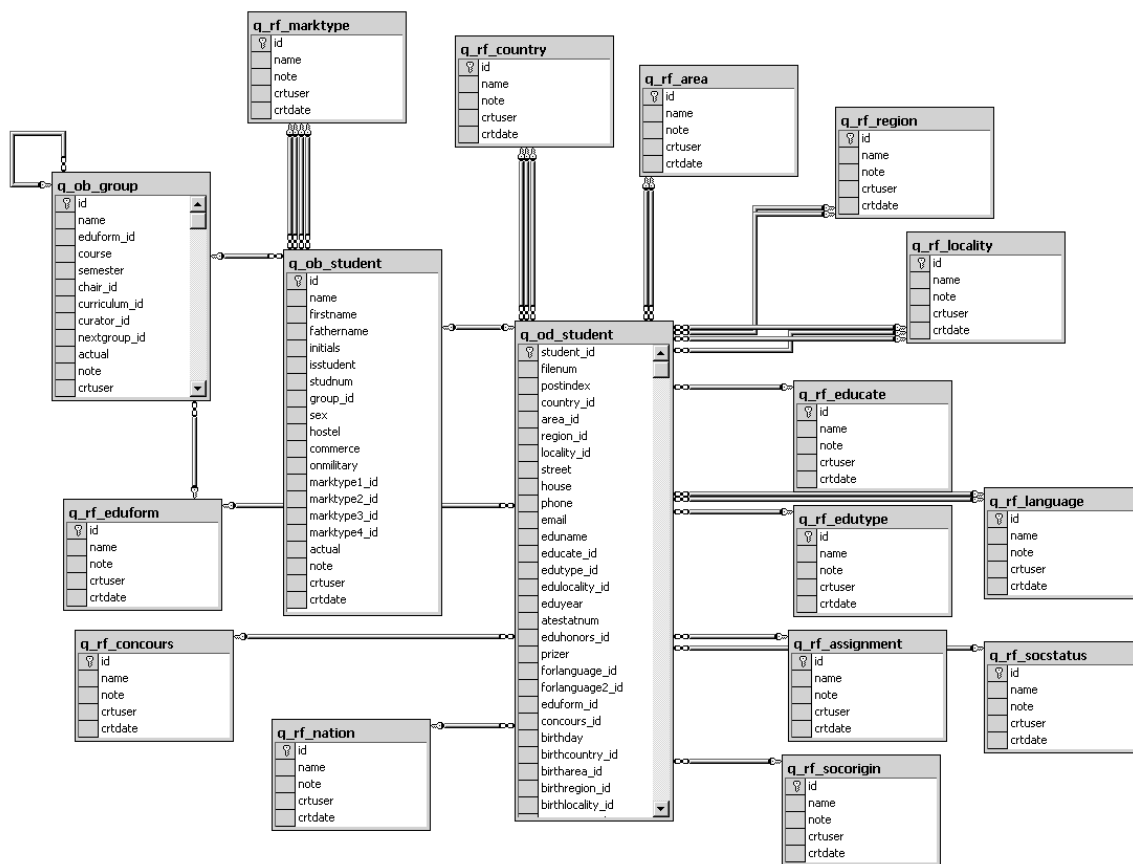


Рис. 2. Схема даних картотеки студентів

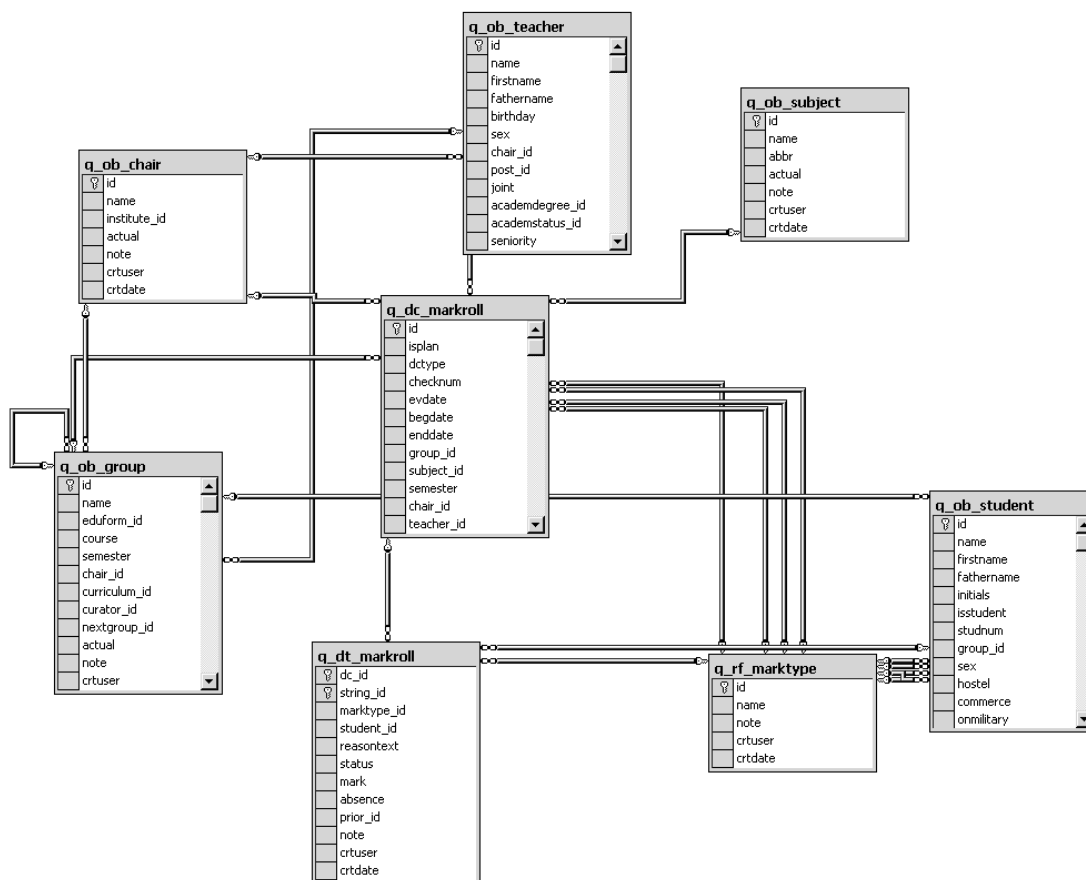


Рис. 3. Схема даних обліку відомостей

У клієнтській частині використано засоби MS Access/Excel для побудови інтерфейсів та ODBC-протокол для доступу до сервера бази даних. Хоча на практиці в Інституті ІКНІ клієнтська частина доступається до MS SQLServer, вона повністю незалежна від сервера бази даних.

Клієнтська частина дає змогу виконувати такі основні функції:

- Облік структури Інституту та його кадрів.
- Ведення картотеки студентів.
- Облік успішності студентів за допомогою відомостей та їх закриття. При цьому враховують як модульний, так і семестровий контроль.
- Визначення заборгованостей студентів та формування повторних відомостей за заборгованостями.
- Аналіз поточного та семестрового контролю успішності.
- Визначення поточного та усередненого рейтингу студентів, розміру стипендій.
- Облік наказів про зарахування та відрахування студентів, академвідпустки, переведення та ін.
- Видрук необхідних документів для організації обліку успішності.

Для визначення ефективності системи навчання використовують таку форму (рис. 4):

Рис. 4. Форма аналізу успішності

Графік ефективності навчання студентів за базовими дисциплінами порівняно з результатами вступних екзаменів показано на рис. 5.

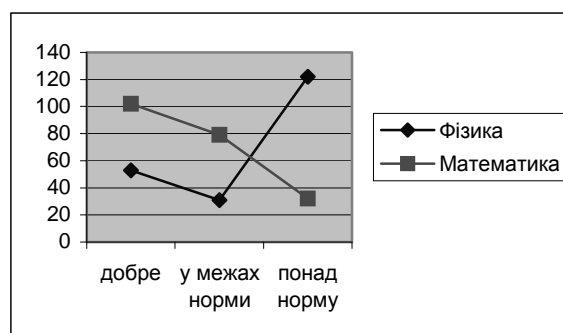


Рис. 5. Графік ефективності навчання студентів за базовими дисциплінами

Висновки

Існуючі системи автоматизації діяльності науково-навчальних інститутів не дають змоги розв'язати повний комплекс задач. Зокрема, це стосується елементів групової роботи та ефективного опрацювання невизначеної інформації. Ці системи мають закритий характер і є доволі коштовними.

Комплексна інформаційна система Інституту ІКНІТ складається з таких модулів: OLTP- та OLAP-модулі системи обліку успішності студентів; система обліку абітурієнтів; програмний комплекс підтримки методичної та наукової роботи інституту; система електронного документообігу та групової роботи в межах деканату та інституту. Архітектура системи та розроблені процедури дозволяють вирішити проблеми подання та опрацювання невизначеностей.

1. Amy C. Brualdi ERIC/AE. *Multiple Intelligences: Gardner's Theory*. +ERIC/AE Digest Series EDO-TM-96-01, September 1996, <http://www.ericae.net/digests/tm9601.htm>. 2. Cignoli, R., d'Ottaviano, I. and Mundici, D. (2000): *Algebraic Foundations of Many-Valued Reasoning*. Kluwer Acad. Publ., Dordrecht. 3. Пасічник В.В., Жежнич П.І., Кравець Р.Б., Пелецишин А.М. Семантично відкриті інформаційні системи // Вісн. Держ. ун-ту "Львівська політехніка". – 1999. – № 383. – С. 73–84. 4. Жежнич П.І. Узагальнення часової реляційної моделі дани. // Міжнар. конф. з індуктивного моделювання МКІМ-2002. – Львів, 2002. 5. Дейт К.Дж. Введение в системы баз данных. – 6-е изд. / Пер. с англ. – К., М., СПб.: Изд. дом "Вильямс", 1999. – 848 с. 6. Шаховська Н.Б. Методи усунення невизначеностей у базах знань, побудованих на основі реляційного підходу // Вісн. Нац. ун-ту "Львівська політехніка". – 2003. – № 484.

УДК 550.348+531.36

Р. Починайко, О. Федоришин, Є. Струк*

Карпатське відділення Інституту геофізики ім С.І. Субботіна НАН України,
*Національний університет "Львівська політехніка",
кафедра автоматизованих систем управління

ПРОГРАМНИЙ ПАКЕТ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ КОЛЕКТОРСЬКИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВІДКЛАДІВ ЗА ДАНИМИ СЕЙСМОРОЗВІДКИ

© Починайко Р., Федоришин О., Струк Є., 2006

Наведено алгоритм оцінки колекторських властивостей геологічних середовищ, який ґрунтується на математичній моделі трифазної гірської породи.

The algorithm of an estimation collector properties of the geological media, based on mathematical model of three-phase rock is resulted.

Вступ

Основним завданням геофізичної служби в процесі розвідки покладів нафти та газу є визначення пористості, проникності і флюїдовмісту досліджуваного геологічного розрізу. Тому розроблення і реалізація методів математичного моделювання фізичних властивостей гірських порід з метою оцінки пористості, глинистості та інших колекторських характеристик відкладів за даними сейсморозвідки, а також впровадження розроблених програмних засобів у виробництво сприятимуть підвищенню ефективності пошуково-розвідувальних робіт.

Вирішення завдання фізичної інтерпретації даних сейсморозвідки передбачає два етапи: 1) визначення швидкостей поширення та коефіцієнтів загасання шляхом розв'язання оберненої динамічної задачі сейсміки; 2) оцінювання фізико-геологічних характеристик досліджуваного середовища за даними про його пружні та поглинальні властивості. Для розв'язання задачі на першому етапі розроблено матричний метод побудови теоретичних сейсмограм, який дає можливість знаходити швидкості поширення або хвильові опори шаруватих середовищ[1]. У цій роботі розглянуто другий етап.