

Розділ 5

Мова QBE

- ◆ Вибір даних
- ◆ Модифікація таблиць бази даних
- ◆ Варіант мови QBE у СКБД Paradox

QBE (Query By Example — запит за зразком) є графічною мовою запитів до реляційних баз даних. Формулюючи QBE-запит, користувач вписує у *бланки таблиць* бази даних одну з можливих відповідей на запит, а інтерпретуюча система за аналогією відшукує всі можливі відповіді. Операції задаються в табличній формі, тому можна сказати, що QBE має двовимірний синтаксис. У мові є можливість, якої не надають інші мови реляційної моделі, зокрема алгебра й числення, — можливість формулювати запити ієрархічної структури.

З огляду на графічну природу, мова має певні обмеження, але її виразові засоби є достатньо потужними. QBE надає користувачу можливість побудувати запит тим способом, що видається йому найзручнішим, порядок заповнення таблиць, рядків і комірок довільний. Як свідчать результати спеціальних досліджень, користувачі, які не є професійними програмістами, з усіх мов, що забезпечують взаємодію з базами даних, найкраще засвоюють саме QBE.

Ми розглянемо, як засобами цієї мови виражаються операції реляційної алгебри та деякі конструкції мови SQL. Приклади будемо формулювати, користуючись базою даних, розглянутою в попередніх розділах:

```
ФАКУЛЬТЕТ(#F, Назва, Декан, Корпус, Фонд)
КАФЕДРА(#D, #F, Назва, #ЗАВІДУВАЧ, Корпус, Фонд)
ВИКЛАДАЧ(#T, #D, Прізвище, Посада, Тел)
ГРУПА(#G, #D, Курс, Номер, Кількість, #КУРАТОР)
ПРЕДМЕТ(#S, Назва)
АУДИТОРІЯ(#R, Номер, Корпус, Місткість)
ЛЕКЦІЯ(#T, #G, #S, #R, Тип, День, Тиждень)
```

5.1. Вибір даних

Засобами мови QBE можна змоделювати майже всі конструкції реляційної алгебри, числення та мови SQL. Відповідні запити будуть розглянуті в підрозділах 5.1.1–5.1.13. Крім того, QBE дозволяє формулювати ієрархічні запити, про які йтиметься в підрозділі 5.1.14.

5.1.1. Вибірання окремих стовпців

Щоб вибрати значення з окремих стовпців таблиці (за термінологією реляційної алгебри — виконати операцію проєкції), ці стовпці потрібно позначити символами P. (print) у бланку таблиці. Наприклад, для виведення назв факультетів разом з їхніми корпусами бланк таблиці ФАКУЛЬТЕТ потрібно заповнити так:

ФАКУЛЬТЕТ	#F	Назва	Декан	Корпус	Фонд
		P.		P.	

За замовчуванням дублікати отриманих у результаті проєкції кортежів не видаляються. Щоб результат не містив кортежів, які повторюються, слід у полі під іменем таблиці записати символи UNQ. (unique — унікальні). Запит

ВИКЛАДАЧ	#T	#D	Прізвище	Посада	Телефон
UNQ.			P.		P.

виводить унікальні кортежі таблиці ВИКЛАДАЧ з полями Прізвище і Телефон.

Щоб вивести всі поля таблиці, слід проставити символи P. в усіх полях бланка, або в полі під іменем таблиці. Наприклад:

КАФЕДРА	#D	#F	Назва	#ЗАВІДУВАЧ	Корпус	Фонд
P.						

5.1.2. Вибірання за умовою

Кон'юнктивна селекція

У найпростішому випадку умова вибирання має такий вигляд:

<ім'я поля 1> θ <значення 1> AND <ім'я поля 2> θ <значення 2> AND ... AND
<ім'я поля n> θ <значення n>

де θ — один із предикатів порівняння (=, !=, >, >=, <, <=). Умова записується так, що предикати разом зі своїми значеннями вказуються у відповідних полях бланка таблиці. Наприклад, для отримання назв кафедр, що розташовуються в корпусі 5 і мають фонд більше 20 000, та кодів їхніх завідувачів бланк таблиці КАФЕДРА потрібно заповнити так:

КАФЕДРА	#D	#F	Назва	#ЗАВІДУВАЧ	Корпус	Фонд
			P.	P.	= 5	> 20000

Предикат = встановлюється за замовчуванням і тому перед значенням у клітинці його можна не записувати. Якщо всі компоненти запиту розташовані в одному рядку, інтерпретуюча система QBE вважатиме, що всі елементарні умови зв'язані логічними зв'язками «і».

Диз'юнктивна селекція

Якщо умова містить логічні зв'язки AND, OR і NOT, вираз слід записати в диз'юнктивній нормальній формі:

(<літерал l1> AND ... AND <літерал lk>) OR ... OR (<літерал p1> AND ... AND <літерал pn>)

Тут <літерал ij> позначає елементарний предикат вигляду <ім'я поля> θ <значення> чи його заперечення. Кожну з кон'юнкцій потрібно записати в окремому рядку бланка. Розглянемо приклад.

Запит 5.1

Вивести назви кафедр, що: (мають код менше 100 й розташовані в корпусі 3) або (розташовані в корпусі 7 і мають фонд більше 30 000).

КАФЕДРА	#D	#F	Назва	#ЗАВІДУВАЧ	Корпус	Фонд
	< 100		Р.		3	
			Р.		7	> 30000

Якщо заповнено два чи більше рядків, які не зв'язані між собою однією й тією ж змінною (про змінні йтиметься нижче), то умови, що задаються на цих рядках, з'єднуються логічним «або». Елементарні умови, що задаються в межах одного рядка, з'єднуються логічним «і», як і у випадку однорядкового запиту. Інтерпретуюча система QBE об'єднує в один потік всі значення, що отримуються в одному стовпці за умовами різних рядків.

Диз'юнктивна селекція на одному полі

Диз'юнктивна селекція, що застосовується до одного поля, має такий вигляд:

(<літерал l1> AND ... AND <літерал lk>) OR ... OR (<літерал p1> AND ... AND <літерал pn>)

Тут літерали містять ім'я лише одного поля. Така умова може бути записана з використанням змінних.

Запит 5.2

Вивести назви кафедр, фонд яких (більше 2000 і менше 3000) або (більше 4000 і менше 5000 і не дорівнює 4500).

Отже, потрібно реалізувати таку диз'юнктивну нормальну форму:

(Фонд > 2000 AND Фонд < 3000) OR (Фонд >4000 AND Фонд < 5000 AND Фонд != 4500)

Реалізуємо умову Фонд > 2000 AND Фонд < 3000:

ФАКУЛЬТЕТ	#F	Назва	Декан	Корпус	Фонд
	_x	Р.		Р.	> 2000
	_x				< 3000

Вираз _x у полі #F — це *змінна*. Наявність однакової змінної у двох рядках свідчить про те, що умова в полі Фонд стосується одного й того ж факультету (зауважте, ми використали змінну _x у полі, яке є первинним ключем таблиці ФАКУЛЬТЕТ).

Другий кон'юнкт (Фонд >4000 AND Фонд < 5000 AND Фонд != 4500) виражається у такий самий спосіб. Отже, наведена вище умова зображується так:

ФАКУЛЬТЕТ	#F	Назва	Декан	Корпус	Фонд
	_x	P.		P.	> 2000
	_x				< 3000
	_y	P.		P.	> 4000
	_y				< 5000
	_y				!= 4500

Предикат IN, застосований до переліку констант

Якщо умова має вигляд: «номер корпусу дорівнює 3, або 4, або 6, або 7», то диз'юнкція записується в чотирьох рядках таблиці. Ця умова також може бути записана за допомогою предиката IN: Корпус IN (3, 4, 6, 7). На бланку цей запис відобразиться так:

КАФЕДРА	#D	#F	Назва	#ЗАВІДУВАЧ	Корпус	Фонд
			P.		IN (3, 4, 6, 7)	

5.1.3. Використання змінних

Змінні в мові QBE потрібні для зв'язування значень, що задаються різними рядками одного чи кількох бланків таблиць. Змінні записуються у вигляді рядкових літералів, яким передує символ підкреслення. У цьому підрозділі розглянемо використання змінних для виявлення зв'язків усередині однієї таблиці.

Запит 5.3

Вибрати прізвища викладачів, які обіймають ту саму посаду, що й Іванов.

ВИКЛАДАЧ	#T	#D	Прізвище	Посада	Телефон
			P.	_x	
			Іванов	_x	

Інтерпретуюча система QBE, обробляючи другий рядок бланка-запиту, зв'яже зі змінною _x множину посад, які мають викладачі з прізвищем Іванов, а потім виведе (1-й рядок) прізвища тих викладачів, чії посади наявні у множині _x. Зауважте, що порядок рядків у бланку-запиті не впливає на результат.

Запит 5.4

Якщо викладачі Іванов і Петров мають однаковий номер телефону, вивести його.

ВИКЛАДАЧ	#T	#D	Прізвище	Посада	Телефон
			Іванов		P. _x
			Петров		_x

За двома рядками таблиці, незалежно одна від одної, формуються множини, які зв'язуються кожна зі своїм примірником змінної $_x$, потім виводиться результат перетину цих двох множин. Отже, якщо існують такі пари рядків, що в одному з них зазначене прізвище «Іванов», в іншому — «Петров» і телефони у цих рядках однакові, то виводяться номери таких телефонів.

Рядки можна зв'язувати не тільки за предикатом рівності.

Запит 5.5

Вибрати всю інформацію про кафедри, що мають фонд більший, ніж кафедра АСУ.

КАФЕДРА	#D	#F	Назва	#ЗАВІДУВАЧ	Корпус	Фонд
P.			АСУ			> $_x$ $_x$

Після формування множини, зв'язаної зі змінною $_x$, виводяться рядки, в яких значення поля Фонд більше хоча б за одне значення з цієї множини.

Наведемо ще один приклад вибирання даних з використанням зв'язку всередині однієї таблиці.

Запит 5.6

Одержати коди викладачів, які викладають більше одного предмета.

ЛЕКЦІЯ	#T	#G	#S	#R	Тип	День	Тиждень
	P. $_x$ $_x$		$_y$!= $_y$				

Запит може бути проінтерпретований у такий спосіб: «Вибрати коди викладачів, які читають курс лекцій $_y$ і також читають ще один курс лекцій, що відрізняється від $_y$ ». Аналогічно можна виражати умови типу: «... викладають більше двох предметів», «... викладають більше трьох предметів» тощо. Вони можуть бути також виражені за допомогою агрегатних функцій.

5.1.4. Запити за кількома таблицями

Засобами QBE можна формулювати запити, що передбачають з'єднання двох чи кількох таблиць. Для цього слід заповнити бланки таблиць, використовуючи спільні змінні для їхнього зв'язування. Розглянемо кілька прикладів.

Запит 5.7

Вибрати назви всіх кафедр факультету інформатики.

ФАКУЛЬТЕТ	#F	Назва	Декан	Корпус	Фонд
	$_x$	інформатики			

КАФЕДРА	#D	#F	Назва	#ЗАВІДУВАЧ	Корпус	Фонд
		$_x$	P.			

Запит 5.8

Вибрати прізвища викладачів, які є кураторами груп.

ВИКЛАДАЧ	#T	#D	Прізвище	Посада	Телефон
	_у		Р.		

ГРУПА	#G	#D	Курс	Номер	Кількість	#КУРАТОР
						_у

Запит 5.9

Вибрати ті кафедри факультету інформатики, фонд яких перевищує фонд факультету.

ФАКУЛЬТЕТ	#F	Назва	Декан	Корпус	Фонд
	_х	інформатики			_у

КАФЕДРА	#D	#F	Назва	#ЗАВІДУВАЧ	Корпус	Фонд
		_х	Р.			> _у

У даному випадку змінна `_х` використовується для зв'язування двох таблиць за первинними та зовнішніми ключами, а предикат `>_у` вказує, що фонд кафедри перевищує фонд факультету.

Запит 5.10

Вивести прізвища викладачів-асистентів, які проводять лабораторні заняття.

ВИКЛАДАЧ	#T	#D	Прізвище	Посада	Телефон
	_х		Р.	асистент	

ЛЕКЦІЯ	#T	#G	#S	#R	Тип	День	Тиждень
	_х				лабораторна		

У цьому запиті обидві таблиці з'єднуються змінною `_х` за рівністю первинного та зовнішнього ключів `#T`, виконується селекція за посадою «асистент» і типом лекції «лабораторна», а потім з таблиці результату вибираються значення поля Прізвище.

5.1.5. Використання бланка умови

Інколи незручно або неможливо задавати умову в полях бланка однієї чи кількох таблиць. Якщо в предикаті використовуються різні атрибути або якщо один чи два операнди двомісного предиката є виразами над різними полями таблиці, то таку

умову неможливо записати в одному полі бланка. Прикладом подібної умови може бути: Надбавка > 2 * Зарплата.

У цьому випадку для запису умови можна використовувати допоміжний бланк.

Наприклад, для отримання списку кафедр із фондом, що перевищує фонд кафедри «СКБД» чи «АСУ», бланком умови можна скористатися в такий спосіб:

КАФЕДРА	#D	#F	Назва	#ЗАВІДУВАЧ	Корпус	Фонд
			P.			_x
			СКБД			_y
			АСУ			_z

Бланк умови

`_x > _y OR _x > _z`

Бланк умови може виконувати ту саму функцію, що й фраза WHERE у мові SQL, тобто в ньому можна задавати умови з'єднання таблиць, селекції рядків у таблиці, умови, за якими виконується вкладання одного запиту в інший.

5.1.6. Використання полів імен таблиць

Ідентифікатор друку в полі імені таблиці

Ми вже розглядали приклад використання поля імені таблиці, коли в ньому записували символи P. для специфікації відображення всіх полів таблиці. Загалом, якщо в полі імені таблиці зазначена якась дія, то вона поширюється на всю таблицю. Наприклад, у результаті виконання запиту

ВИКЛАДАЧ	#T	#D	Прізвище	Посада	Телефон
P.					

буде виведений вміст усієї таблиці, а запит

ВИКЛАДАЧ	#T	#D	Прізвище	Посада	Телефон
P.				!= професор	

виводить усі рядки таблиці, окрім тих, що стосуються професорів. Зауважимо, що в таблиці результату дублікати рядків не видаляються. Тому для виведення лише унікальних значень потрібно використовувати конструкцію UNQ.

Запит 5.11

Вивести перелік усіх посад та телефони деяких працівників, що їх обіймають.

ВИКЛАДАЧ	#T	#D	Прізвище	Посада	Телефон
UNQ.				P.	P.

Заперечення в полі імені таблиці

У полі імені таблиці можна також записувати логічну операцію заперечення NOT (або \neg), що перевіряє, чи є порожньою множина рядків, отримана в результаті виконання запиту. Ця операція еквівалентна предикату NOT EXISTS у SQL.

Запит 5.12

Отримати прізвища доцентів, які не читають жодної лекції в понеділок (тобто множина лекцій, що читаються ними в цей день, порожня).

ВИКЛАДАЧ	#T	#D	Прізвище	Посада	Телефон
	_y		P.	доцент	

ЛЕКЦІЯ	#T	#G	#S	#R	Тип	День	Тиждень
NOT	_y					понеділок	

Інтерпретувати запит можна в такий спосіб: якщо для чергового рядка таблиці ВИКЛАДАЧ, у якому поле Посада дорівнює «доцент», не існує такого рядка з таблиці ЛЕКЦІЯ, що належить до того ж викладача (тобто в цих рядках значення поля #T збігаються), а поле День дорівнює «понеділок», то такий рядок таблиці ВИКЛАДАЧ належить результату. Інакше кажучи, будуть виведені прізвища всіх доцентів, що не читають лекцій у понеділок.

Заперечення може використовуватися в одному з кількох рядків бланка.

Запит 5.13

Вибрати коди предметів, кожен із яких читається лише одним викладачем.

ЛЕКЦІЯ	#T	#G	#S	#R	Тип	День	Тиждень
	_y		P._x				
NOT	!=_y		_x				

5.1.7. Використання додаткових полів

Якщо потрібно вивести значення, яке обчислюється за допомогою значень із двох або більше полів, то необхідно застосувати додаткове не поійменоване поле.

Запит 5.14

Вивести різницю між кількістю студентів у групі та номером групи, поділену на номер курсу (даний запит не має реального змісту, ми його записуємо лише для демонстрації можливостей мови).

ГРУПА	#G	#D	Курс	Номер	Кількість	#КУРАТОР	
			_z	_y	_x		P. (_x-_y)/_z

У мові QBE можна виводити значення полів тільки однієї таблиці, тому для виведення полів із різних таблиць потрібно використати додаткові поля.

Запит 5.15

Вивести прізвища викладачів-доцентів, які мають лекційні заняття, разом із днем та тижнем проведення занять.

ВИКЛАДАЧ	#T	#D	Прізвище	Посада	Телефон		
	_x		P.	доцент		P._y	P._z

ЛЕКЦІЯ	#T	#G	#S	#R	Тип	День	Тиждень
	_x				лекція	_y	_z

Зауважимо, що додаткові поля не можуть використовуватися для формування умов. Умови формулюються у бланку умов.

5.1.8. Теоретико-множинні предикати

Множина кортежів реляційного відношення специфікується за допомогою ключового слова ALL. Наявність цього слова в полі означає, що формується множина всіх значень поля в таблиці.

Запит 5.16

Знайти коди викладачів, що читають усі ті й лише ті предмети, що й викладач з кодом 100.

ЛЕКЦІЯ	#T	#G	#S	#R	Тип	День	Тиждень
	P. 100		ALL._y ALL._y				

Запис ALL._y у другому рядку формує множину кодів предметів, що читаються викладачем з кодом 100, і ця множина ідентифікується змінною _y. Записи в першому рядку означають, що коли для поточного кортежу множина зв'язаних із ним кодів предметів дорівнює множині, сформованій відповідно до другого рядка (про це свідчить використання одних і тих самих змінних в обох рядках), то цей поточний кортеж включається у результат.

Запит 5.17

Вибрати прізвища викладачів, які читають усі ті й лише ті предмети, що й викладач Іванов.

ВИКЛАДАЧ	#T	#D	Прізвище	Посада	Телефон
	_x		P.		

ЛЕКЦІЯ	#T	#G	#S	#R	Тип	День	Тиждень
	_x		ALL._y				
	_z		ALL._y				

ВИКЛАДАЧ	#T	#D	Прізвище	Посада	Телефон
	_z		Іванов		

Нестроге включення однієї множини в іншу (\supseteq) записується в такий спосіб: менша множина вказується як ALL._x, а та, що повинна її містити, специфікується так: ALL._x, . (символи «. , .» начебто замінюють слова «і, можливо, ще щось»).

Запит 5.18

Вибрати коди викладачів, які читають принаймні всі ті предмети, що й викладач з кодом 100.

ЛЕКЦІЯ	#T	#G	#S	#R	Тип	День	Тиждень
	P. 100		ALL._y, . ALL._y				

Наявність у мові предикатів порівняння множин і перевірки того, чи є одна множина підмножиною іншої, дає можливість безпосередньо виражати запити з множинними порівняннями.

Запит 5.19

Вибрати прізвища викладачів, які читають усі типи лекцій.

ВИКЛАДАЧ	#T	#D	Прізвище	Посада	Телефон
	_x		P.		

ЛЕКЦІЯ	#T	#G	#S	#R	Тип	День	Тиждень
	_x				ALL._y ALL._y		

5.1.9. Упорядкування результатів

Дані в таблиці-результаті можуть бути впорядковані за значеннями полів у порядку зростання чи спадання. Для цього необхідно до команди P дописати вказівку сортування: P.AO (Ascending Order, упорядкування у зростаючому порядку) або P.DO (Descending Order, упорядкування у спадному порядку).

Запит 5.20

Вивести назви всіх факультетів, відсортувавши їх в алфавітному порядку.

ФАКУЛЬТЕТ	#F	Назва	Декан	Корпус	Фонд
		P.AO			

Якщо кортежі необхідно відсортувати за кількома полями, то відразу за порядком сортування вказується вкладеність полів сортування, наприклад P.AO(1) — перше поле сортування, P.AO(2) — друге тощо.

Запит 5.21

Відсортувати факультети за номерами корпусів у порядку спадання, а потім за їхніми назвами — у порядку зростання.

ФАКУЛЬТЕТ	#F	Назва	Декан	Корпус	Фонд
		P.A0(2)		P.D0(1)	

5.1.10. Проміжні таблиці

Мова QBE не надає достатньо можливостей для вкладання одних виразів в інші, як, наприклад, реляційна алгебра та SQL, натомість вона дає можливість створювати проміжні таблиці запитів і використовувати їх в інших конструкціях того ж запиту. У багатьох випадках проміжні таблиці підвищують наочність запитів. Іноді поділ запиту на кілька послідовних підзапитів значно полегшує їхнє формулювання. Проміжні таблиці можна використовувати також у тих випадках, коли поля виведення належать різним таблицям.

Повернімося до запиту 5.8, що встановлює зв'язок між викладачами і кураторами, і розширимо список вихідних полів.

Запит 5.22

Вибрати прізвища викладачів, які є кураторами груп, номери відповідних груп, кількість студентів у них і назви кафедр кураторів.

ВИКЛАДАЧ	#T	#D	Прізвище	Посада	Телефон
	_y	_x	_tchNm		

КАФЕДРА	#D	#F	Назва	#ЗАВІДУВАЧ	Корпус	Фонд
	_x		_dpNm			

ГРУПА	#G	#D	КУРС	Номер	Кількість	#КУРАТОР
				_grNm	_grQty	_y

РЕЗУЛЬТАТ	Викл_Прізвище	Каф_Назва	Група_Номер	Кількість
P.	_tchNm	_dpNm	_grNm	_grQty

Ми створили нову таблицю РЕЗУЛЬТАТ, що має необхідні для виведення поля, в бланках яких вказані змінні з відповідних полів вихідних таблиць.

Запит 5.23

Вибрати прізвища викладачів, які є кураторами тих груп, що прослуховують усі типи лекцій, номери цих груп, кількість студентів у них і назви кафедр кураторів.

Відмінність цього запиту від попереднього полягає в тому, що групи мають прослуховувати всі типи лекцій. Реалізувати цю умову можна за допомогою тимчасової таблиці з додатковим полем Група_#G.

ВИКЛАДАЧ	#T	#D	Прізвище	Посада	Телефон		
	_y	_x	_tchNm				
КАФЕДРА	#D	#F	Назва	#ЗАВІДУВАЧ	Корпус	Фонд	
	_x		_dpNm				
ГРУПА	#G	#D	КУРС	Номер	Кількість	#КУРАТОР	
	_g			_grNm	_grQty	_y	
РЕЗУЛЬТАТ	Викл_Прізвище	Каф_Назва	Група_#G	Група_Номер	Кількість		
	P._tchNm	P._dpNm	_g	P._grNm	P._grQty		
ЛЕКЦІЯ	#T	#G	#S	#R	Тип	День	Тиждень
		_g			ALL._t ALL._t		

Введення додаткового поля Група_#G у таблицю РЕЗУЛЬТАТ необхідне для того, щоб за допомогою змінної _g сформулювати умову «групи, що прослуховують усі типи лекцій» з використанням бланка таблиці ЛЕКЦІЯ.

5.1.11. Агрегатні функції

Мова QBE надає можливість використання агрегатних функцій CNT, SUM, MIN, MAX, AVG. Щоб використати одну з таких функцій, потрібно вказати, що вона застосовується до множини значень поля.

Запит 5.24

Визначити сумарну кількість студентів у вузі.

ГРУПА	#G	#D	КУРС	Номер	Кількість	#КУРАТОР
					P.SUM.ALL	

Запит 5.25

Визначити кількість викладачів, що є кураторами груп першого курсу.

ГРУПА	#G	#D	КУРС	Номер	Кількість	#КУРАТОР
			1			P.CNT.UNQ.ALL

Слово ALL вказує на те, що множина кодів кураторів має формуватися на базі всієї таблиці ГРУПА, UNQ — на те, що елементи цієї множини не повинні повторюватися (припускається, що викладачі можуть бути кураторами в кількох групах), CNT — це ім'я агрегатної функції підрахунку кількості елементів у множині.

Як і в SQL, разом з агрегатним значенням не можна виводити значення окремих полів.

Наведемо ще кілька прикладів використання агрегатних функцій.

Запит 5.26

Визначити кількість викладачів на кафедрі АСУ.

КАФЕДРА	#D	#F	Назва	#ЗАВІДУВАЧ	Корпус	Фонд
	_x		АСУ			

ВИКЛАДАЧ	#T	#D	Прізвище	Посада	Телефон
		_x	P.CNT.UNQ.ALL		

Запит 5.27

Який найменший фонд фінансування серед кафедр факультету інформатики?

ФАКУЛЬТЕТ	#F	Назва	Декан	Корпус	Фонд
	_x	інформатики			

КАФЕДРА	#D	#F	Назва	#ЗАВІДУВАЧ	Корпус	Фонд
		_x				P.MIN.ALL

Запит 5.28

Якою є сумарна місткість усіх аудиторій корпусу 5, кількість місць у найменшій і найбільшій аудиторіях, середня місткість аудиторій у цьому корпусі?

АУДИТОРІЯ	#R	Номер	Корпус	Місткість
	_y		5	_x

РЕЗУЛЬТАТ	Сума	Найменша	Найбільша	Середня
P.	SUM._x	MIN._x	MAX._x	SUM._x / CNT._y

Зауважте, що в цьому прикладі використовується допоміжна таблиця.

5.1.12. Групування рядків таблиць

Мова QBE дає змогу групувати рядки, тобто містить аналог фрази GROUP BY, що використовується в SQL. Для того щоб здійснити групування за значеннями певного поля, до цього поля потрібно ввести вказівку групування G; групувати можна за значеннями кількох полів. Під час групування дозволяється виводити лише поля групування й агрегатні значення. Можна також накладати умову на вибір рядків для групування.

Запит 5.29

Обчислити кількість студентів першого курсу на кожній кафедрі факультету інформатики.

ФАКУЛЬТЕТ	#F	Назва	Декан	Корпус	Фонд
	_x	інформатики			

КАФЕДРА	#D	#F	Назва	#ЗАВІДУВАЧ	Корпус	Фонд
	_y	_x	G._z			

ГРУПА	#G	#D	КУРС	Номер	Кількість	#КУРАТОР	
		_y	1		P.SUM.ALL		P._z

Запит 5.30

Обчислити фонди факультетів, отримані з таблиці ФАКУЛЬТЕТ, та суми фондів їхніх кафедр.

ФАКУЛЬТЕТ	#F	Назва	Декан	Корпус	Фонд
	_x	G._y			G._z

КАФЕДРА	#D	#F	Назва	#ЗАВІДУВАЧ	Корпус	Фонд		
		_x				P.SUM.ALL	P._y	P._z

5.1.13. Предикати на групах рядків

У мові QBE можна задавати умови на групах рядків (аналог фрази HAVING у SQL). Як правило, умови на групах задаються в окремому бланку умови. Наведемо кілька прикладів.

Запит 5.31

Вибрати ті факультети з корпусу 11, фонд яких перевищує сумарний фонд усіх кафедр на 5000.

ФАКУЛЬТЕТ	#F	Назва	Декан	Корпус	Фонд
	_x	P.G.		11	_y

КАФЕДРА	#D	#F	Назва	#ЗАВІДУВАЧ	Корпус	Фонд
		_x				SUM.ALL._z

Бланк умови

_y > _z + 5000

Запит 5.32

Вибрати прізвища тих викладачів, для яких кількість лекцій, що читаються на 1-му тижні, перевищує більш ніж на 3 кількість лекцій, що читаються викладачем Івановим.

ВИКЛАДАЧ	#T	#D	Прізвище	Посада	Телефон
	_x		Р.		
	_y		Іванов		

ЛЕКЦІЯ	#T	#G	#S	#R	Тип	День	Тиждень
	G._x						1
	G._y						

Бланк умови

$CNT.ALL._x > CNT.ALL._y + 3$

Запит 5.33

Вибрати прізвища викладачів, які мають на першому тижні заняття типу «лекція» в усі робочі дні (тобто дні, коли читається принаймні одна лекція).

ВИКЛАДАЧ	#T	#D	Прізвище	Посада	Телефон
	_x		Р. G.		

ЛЕКЦІЯ	#T	#G	#S	#R	Тип	День	Тиждень
	_x				лекція	_y	1
						_z	

Бланк умови

$CNT.UNQ.ALL._y = CNT.UNQ.ALL._z$

За допомогою бланка ВИКЛАДАЧ і першого рядка бланка ЛЕКЦІЯ задаються умова з'єднання двох таблиць, умова групування, виведене поле, визначається умова селекції та специфікується змінна _y, що потім використовується в бланку умови. Значення виразу $CNT.UNQ.ALL._y$ дорівнює кількості неповторюваних днів тижня, коли викладач має лекції. Другий рядок бланка ЛЕКЦІЯ використовується лише для визначення змінної _z, що також вказується в бланку умови. Вираз $CNT.UNQ.ALL._z$ визначає кількість усіх робочих днів тижня.

5.1.14. Ієрархічні запити

Розглянемо таблицю BOSS(#Mgr, #Emp), що містить відомості про підпорядкованість службовців певної організації. Службовець, який має номер #Emp, працює

під керівництвом начальника, який має номер #Mgr. Припустимо, що структурі підпорядкування притаманні такі властивості:

- ◆ жодний службовець не є своїм власним начальником чи начальником будь-якого зі своїх начальників (петель і циклів немає);
- ◆ жодний службовець має не більше одного безпосереднього начальника (відсутність множинного підпорядкування).

Ця структура називається деревоподібною. У мові QBE є можливість формулювати специфічні запити до таких об'єктів, які не можуть бути виражені в інших реляційних мовах, зокрема в реляційній алгебрі та численні. Розглянемо далі приклади.

Запит 5.34

Одержати номери службовців, які є безпосередніми підлеглими службовця 100 (підлеглими на першому рівні).

BOSS	#Mgr	#Emp
	100	P.

Запит 5.35

Одержати номери службовців, які є підлеглими службовцю 100 на другому рівні (тобто є безпосередніми підлеглими підлеглих службовця 100).

BOSS	#Mgr	#Emp
	100	_x
	_x	P.

Мова QBE надає можливість скороченого запису.

BOSS	#Mgr	#Emp
	100	P. (2L)

Скорочений запис має суттєві переваги: якщо необхідно обробити n рівнів дерева, то можна задати номер рівня, замість того щоб використовувати $n-1$ рядків бланка. У наведеному прикладі (2L) позначає «другий рівень підлеглості». Замість 2 можна записати будь-яке натуральне число.

Використання подібних фраз у стовпці #Mgr дає можливість рухатися ієрархією вгору.

Запит 5.36

Одержати номер начальника, що перебуває на три рівні вище від службовця 200.

BOSS	#Mgr	#Emp
	P. (3L)	200

Зазначимо, що коефіцієнти рівнів ієрархії не є засобом, що принципово розширює виразні можливості QBE, адже використання таких коефіцієнтів може бути замінено записами у відповідній кількості рядків у бланку таблиці. Проте QBE дозволяє також використовувати на місці коефіцієнта рівнів змінну, що суттєво збільшує потужність мови.

Запит 5.37

Одержати номери службовців, які є підлеглими службовцю 100 на всіх рівнях підлеглості.

BOSS	#Mgr	#Emp
	100	P. (_6L)

Подібний запит не можна виразити в жодній із розглянутих у попередніх розділах реляційних мов. Зауважте, що символ підкреслення в записі рівня (_6L) вказує на використання змінної (тобто вираз _6 є іменем змінної).

QBE надає можливість вибирати дані з найнижчого або найвищого рівня, тобто довжина ієрархічного шляху до шуканих підлеглих (керівників) має бути максимальною.

Запит 5.38

Одержати номери службовців, які є підлеглими службовцю 100 на найнижчому рівні.

BOSS	#Mgr	#Emp
	100	P. (MAX._6L)

Можна також шукати дані на кінцевих вершинах дерева.

Запит 5.39

Вибрати номери тих службовців, які є підлеглими службовцю 100 і самі не мають підлеглих.

BOSS	#Mgr	#Emp
	100	P. (LAST.L)

У цьому прикладі за допомогою функції LAST ми шукаємо службовців на кінцевих вершинах дерева під службовцем 100.

5.2. Модифікація таблиць бази даних

Група операцій, яку буде розглянуто в цьому підрозділі, дає змогу додавати, замінювати й видаляти рядки таблиць. Можливості цих операцій обмежені порівняно з мовою SQL через те, що в них немає розвинених засобів модифікації з урахуванням поточного стану бази даних.

5.2.1. Додавання рядків

На позначення операції додавання рядка в полі імені таблиці записується символ I (Insert).

Просте додавання

У найпростішому випадку поля рядка, що додається, заповнюються значеннями. Зауважте, що значення ключових полів мають бути присутніми завжди. Якщо значення того чи іншого поля відсутнє, воно набуває значення NULL. Наведемо приклад додавання рядка в таблицю:

ВИКЛАДАЧ	#T	#D	Прізвище	Посада	Телефон
I.	120	17	Іванов	професор	211-15-67

Додавання з посиланнями на інші таблиці

У рядку, що додається, як значення тих чи інших полів можуть використовуватися змінні, які визначаються у бланках інших таблиць.

Запит 5.40

Додати рядок із відомостями про викладача Петрова, що працює на кафедрі АСУ.

ВИКЛАДАЧ	#T	#D	Прізвище	Посада	Телефон
I.	121	_x	Петров	доцент	211-15-87

КАФЕДРА	#D	#F	Назва	#ЗАВІДУВАЧ	Корпус	Фонд
	_x		АСУ			

Наведемо ще один приклад, дещо складніший.

Запит 5.41

Додати рядок із відомостями про викладача Ігнатова, який працює на тій же кафедрі, що й викладач Іванов, обіймає таку саму посаду, що й викладач Петров, і не має телефону.

ВИКЛАДАЧ	#T	#D	Назва	Посада	Телефон
I.	122	_x _x	Ігнатов Іванов Петров	_у _у	

Копіювання за умовою

Користуючись змінними, до таблиці можна скопіювати дані, які вибрані з іншої таблиці.

Запит 5.42

Нехай таблиця ВИКЛАДАЧ2 аналогічна за структурою таблиці ВИКЛАДАЧ. Для того щоб скопіювати у ВИКЛАДАЧ2 з ВИКЛАДАЧ рядки, що стосуються викладачів-доцентів, слід записати:

ВИКЛАДАЧ2	#Т	#D	Прізвище	Посада	Телефон
I.	_x	_y	_z	доцент	_u

ВИКЛАДАЧ	#Т	#D	Прізвище	Посада	Телефон
	_x	_y	_z	доцент	_u

5.2.2. Оновлення рядків

Для оновлення рядків у бланку таблиці слід насамперед записати умову, за якою відбиратимуться рядки, що будуть оновлені. Після цього в полях, що мають бути оновлені, слід записати ознаку оновлення U., за якою вказати константу або вираз оновлення.

Запит 5.43

Встановити для кафедри «Бази даних» факультету інформатики фонд рівним 30 000.

КАФЕДРА	#D	#F	Назва	#ЗАВІДУВАЧ	Корпус	Фонд
		_x	Бази даних			U.30000

ФАКУЛЬТЕТ	#F	Назва	Декан	Корпус	Фонд
	_x	інформатики			

Запит 5.44

Збільшити фонд на 5 % всім факультетам, розташованим у корпусі 11.

ФАКУЛЬТЕТ	#F	Назва	Декан	Корпус	Фонд
				11	_x, U._x * 1.05

Запит 5.45

Усім факультетам, які мають фонд фінансування менший, ніж 30 000, збільшити фонд на 10 %.

ФАКУЛЬТЕТ	#F	Назва	Декан	Корпус	Фонд
					< 30000, _x, U._x * 1.1

Запит 5.46

Усім факультетам, фонд фінансування яких менший чи дорівнює фонду фінансування факультету економіки, збільшити фонд на 10 %.

ФАКУЛЬТЕТ	#F	Назва	Декан	Корпус	Фонд
		економіки			_x, U._x * 1.1 >= _x

Запит 5.47

У таблиці ФАКУЛЬТЕТ усі корпуси 5 замінити на 12.

ФАКУЛЬТЕТ	#F	Назва	Декан	Корпус	Фонд
U.	_x			5	
	_x			12	

Ознака оновлення U. вказує, який із двох рядків відповідає новим даним.

5.2.3. Видалення рядків

Видалення ідентифікується ознакою D. у полі імені таблиці чи всередині її бланка. У першому випадку видаляються рядки, що відповідають заданій умові. У другому випадку в усіх рядках, що відповідають умові, видаляються значення тих полів, в яких записано ознаку видалення. Існує можливість видаляти окремі рядки таблиці, множину рядків, а також видаляти множини зв'язаних рядків у багатьох таблицях.

Запит 5.48

У таблиці ВИКЛАДАЧ видалити номери телефонів усіх викладачів, кафедри яких розташовуються в корпусі 7 (видалення значення поля).

ВИКЛАДАЧ	#T	#D	Прізвище	Посада	Телефон
		_x			D.

КАФЕДРА	#D	#F	Назва	#ЗАВІДУВАЧ	Корпус	Фонд
	_x				7	

Запит 5.49

З таблиці ЛЕКЦІЯ видалити відомості, що стосуються занять типу «лабораторна», які проводяться у суботу і неділю.

ЛЕКЦІЯ	#T	#G	#S	#R	Тип	День	Тиждень
D.					лабораторна	IN (сб, нд)	

Запит 5.50

У зв'язку з переведенням до іншого вузу кафедри лінгвістики разом з викладачами і студентами, видалити з таблиці КАФЕДРА рядок з відомостями про цю кафедру, з таблиці ВИКЛАДАЧ — відомості про всіх викладачів кафедри, з таблиці ГРУПА — відомості про всі групи студентів кафедри, з таблиці ЛЕКЦІЯ — відомості про лекції, що читаються цим групам, а також коди викладачів, що були переведені.

КАФЕДРА	#D	#F	Назва	#ЗАВІДУВАЧ	Корпус	Фонд
D.	_x		лінгвістики			

ВИКЛАДАЧ	#T	#D	Прізвище	Посада	Телефон
D.	_y	_x			

ГРУПА	#G	#D	КУРС	Номер	Кількість	#КУРАТОР
D.	_z	_x				

ЛЕКЦІЯ	#T	#G	#S	#R	Тип	День	Тиждень
D.	D. _y	_z					

5.3. Варіант мови QBE в СКБД Paradox

СКБД Paradox підтримує різновид мови QBE, який є одним із найбільш близьких до класичного варіанту цієї мови, викладеного у попередніх підрозділах. З різновидом цього діалекту QBE можна також ознайомитися за допомогою утиліти DataBase Desktop, яка входить до складу інтегрованих середовищ програмування фірми Borland (Delphi, C++ Builder та ін.).

5.3.1. Пошукові запити

Будуючи запит, система за допомогою діалогового вікна з'ясовує у користувача ім'я таблиці, за якою буде формуватися запит; якщо потрібно кілька таблиць, їх можна буде додати пізніше. Одержавши ім'я таблиці, система будує її бланк (чи схему), до якого користувач має ввести запит. Розглянемо кілька прикладів.

Запит 5.51

Вивести назви кафедр, що розташовуються в корпусі 5 і мають фонд більший, ніж 20 000, а також коди їхніх завідувачів.

КАФЕДРА	#D	#F	Назва	#ЗАВІДУВАЧ	Корпус	Фонд
			√	√	= 5	> 20000

Замість символів P. у СКБД Paradox використовується символ √.

Запит 5.52

Визначити назви факультетів, фонд яких не менше 2000 і не більше 3000, або більше 5000, а також номери їхніх корпусів.

ФАКУЛЬТЕТ	#F	Назва	Декан	Корпус	Фонд
		√		√	(>= 2000 , <= 3000) OR >5000

Символ «,» використовується замість логічної зв'язки AND.

Запит 5.53

Вибрати назви всіх кафедр факультету інформатики.

ФАКУЛЬТЕТ	#F	Назва	Декан	Корпус	Фонд
	_x	інформатики			

КАФЕДРА	#D	#F	Назва	#ЗАВІДУВАЧ	Корпус	Фонд
		_x	√			

Розглянемо запити з множинними порівняннями.

Запит 5.54

Знайти коди викладачів, які читають лекції всіх типів.

ЛЕКЦІЯ	#T	#G	#S	#R	Тип	День	Тиждень
SET	√				_y EVERY _y		

У цьому запиті спочатку зі змінною _y зв'язується множина всіх типів лекцій, а потім для кожного коду лектора (другий рядок) перевіряється, чи є множина лекцій, які він читає, надмножиною множини _y; якщо так, код лектора виводиться.

Запит 5.55

Знайти коди викладачів, які читають лише ті лекції, що проводяться в п'ятницю.

ЛЕКЦІЯ	#T	#G	#S	#R	Тип	День	Тиждень
SET	√				_y ONLY _y	"п'ятниця"	

Запит виконується аналогічно до попереднього. Головна відмінність полягає в тому, що здійснюється перевірка, чи є множина типів лекцій, які викладач читає, підмножиною множини _y.

Запит 5.56

Знайти коди викладачів, які читають ті й лише ті лекції, що проводяться в п'ятницю.

ЛЕКЦІЯ	#T	#G	#S	#R	Тип	День	Тиждень
SET	√				_y EXACTLY _y	"п'ятниця"	

Аналогічно до попереднього запиту зі змінною `_y` зв'язується множина типів лекцій, які читаються в п'ятницю, потім для кожного коду лектора (другий рядок) перевіряється, чи дорівнює множина типів лекцій, які він читає, множині `_y`; якщо умова виконана, код лектора виводиться.

Запит 5.57

Знайти прізвища викладачів, які читають лекції тих й лише тих типів, що проводяться у п'ятницю.

ЛЕКЦІЯ	#T	#G	#S	#R	Тип	День	Тиждень
SET	\sqrt{G} <code>_x</code>				<code>_y</code> EXACTLY <code>_y</code>	"п'ятниця"	

ВИКЛАДАЧ	#T	#D	Прізвище	Посада	Телефон
	<code>_x</code>		$\sqrt{}$		

Стосовно бланка таблиці ВИКЛАДАЧ ніяких додаткових зауважень непотрібно, оскільки тут, як і в багатьох попередніх запитах, для кожного значення змінної `_x` виводиться відповідне значення зі стовпця Прізвище. Використання у бланку ЛЕКЦІЯ комбінації символів \sqrt{G} `_x` пов'язане з тим, що рядки цієї таблиці потрібно згрупувати за кодом лектора, не виводячи його.

Результати всіх пошукових запитів у СКБД Paradox записуються до таблиці зі стандартним ім'ям ANSWER.

5.3.2. Запити дії

Відмінності запису запитів дії у СКБД Paradox порівняно з класичним варіантом несуттєві й мають переважно синтаксичний характер.

Запит 5.58

Встановити для кафедри «Бази даних» факультету інформатики фонд рівним 30 000.

КАФЕДРА	#D	#F	Назва	#ЗАВІДУВАЧ	Корпус	Фонд
		<code>_x</code>	Бази даних			changeto 30000

ФАКУЛЬТЕТ	#F	Назва	Декан	Корпус	Фонд
	<code>_x</code>	інформатики			

Запит 5.59

Збільшити фонд на 5 % всім факультетам, розташованим у корпусі 11.

ФАКУЛЬТЕТ	#F	Назва	Декан	Корпус	Фонд
				11	<code>_x</code> , changeto <code>_x</code> * 1.05

Запит 5.60

Усім факультетам, в яких фонд фінансування менший за 3000, збільшити фонд на 10 %.

ФАКУЛЬТЕТ	#F	Назва	Декан	Корпус	Фонд
					< 30000, _x, changeto _x * 1.1

На відміну від класичної моделі, у запитах на видалення та додавання даних у СКБД Paradox замість кодів I та D використовуються повні назви, тобто Insert та Delete.

Контрольні запитання та завдання

1. Для чого в мові QBE використовуються змінні?
2. В який спосіб використовують бланки умов?
3. З якою метою в мові застосовуються поля імен таблиць?
4. Опишіть різні варіанти використання додаткових полів таблиць.
5. Як у мові описуються теоретико-множинні предикати?
6. Для чого використовуються проміжні таблиці?
7. Які можливості QBE відсутні в SQL?
8. Чи є мова QBE реляційно повною? Обґрунтуйте відповідь.
9. Задано таку базу даних:

ПОСТАЧАЛЬНИК(SID, Прізвище, Місто)
 ВИРОБИ(PID, Назва, Колір)
 ЗАМОВЛЕННЯ(SID, PID, Кількість)

Реалізуйте на мові QBE такі запити.

- а) вивести прізвища та назви міст постачальників, які отримали замовлення на червоні олівці та білий папір у кількості не менше 150 одиниць кожного виробу;
- б) вивести назви жовтих виробів, які були замовлені у постачальників з Києва, Житомира та Вінниці;
- в) вивести прізвища та назви міст постачальників, які отримали замовлення на червоні та чорні вироби у кількості не менше 200;
- г) вивести назви виробів, які були замовлені у постачальника Іванова та іншого постачальника у кількості, яка перевищує кількість замовлення цього виробу в Іванова не менш як на 300;
- д) вивести всю наявну інформацію про постачальників, які отримали замовлення на зелені вироби;
- е) для кожного замовлення на червоні вироби вивести назву виробу і замовлену кількість;

-
- є) вивести назви виробів (в алфавітному порядку), які одночасно були замовлені у Іванова і Петрова;
 - ж) вивести назви виробів, які були замовлені у Іванова, але не були замовлені у Петрова;
 - з) вивести загальну кількість виробів, що були замовлені;
 - и) для кожного постачальника вивести його прізвище та загальну кількість замовлених у нього виробів червоного кольору;
 - і) для кожного виробу червоного кольору вивести середній обсяг замовлення (тобто скільки в середньому їх замовляється);
 - ї) вивести прізвища постачальників, які отримали замовлення на всі вироби.