

1 Реляційна алгебра

1.1 Теорія

1.1.1 Лекція

У кожній алгебрі є *носії* (множина елементів з якими ми оперуємо) та *сигнатура* (множина операцій). Сигнатура складається з восьми операцій, аргументами і результатами яких є реляційні відношення. Нехай A і B – сумісні відношення, тобто відношення з однаковими атрибутами. Тоді для них визначені наступні *операції*: $A \cup B$ (**об'єднання**) (для зручності будемо писати $A \text{ UNION } B$), $A \cap B$ (**перетин**) (для зручності будемо писати $A \text{ INTERSECT } B$) і $A \setminus B$ (**різниця**).

Вибірка $A[\langle \text{умова} \rangle]$ – сумісне з A відношення, тіло якого складається з тих елементів A які задовольняють умову. **Проекція** $A\{\langle \text{список атрибутів} \rangle\}$ – відношення, заголовок якого складається із вказаного списку, а тіло складається із кортежів тіла A з яких вилучені елементи що відповідають атрибутам що не входять у список. Якщо в результаті проекції утворюють повторювані кортежі, то залишаємо по одному екземпляру кожного з них.

Нехай A і B – відношення, що не містять однойменних атрибутів, тоді (декартовим) **добутком** $A \times B$ називається відношення, заголовок якого містить всі атрибути A та всі атрибути B , а тіло є декартовим добутком тіл A і B . Якщо заголовки A і B містять однойменні атрибути, то є два виходи: перший полягає у додаванні ідентифікаторів $\langle \text{ім'я відношення} \rangle. \langle \text{ім'я атрибута} \rangle$, а другий у застосуванні операції $A \text{ RENAME } x \text{ AS } y$.

Нехай A і B – відношення, що не містять однойменних атрибутів, тоді їх **з'єднанням** називається $A[\langle \text{умова} \rangle]B$, заголовок якого складається з усіх атрибутів A та усіх атрибутів B , а тіло буде складатися з усіх можливих пар кортежів A і B які задовольняють умову. Є природне з'єднання для відношень, заголовки яких мають спільні атрибути, тоді природнім з'єднанням називається відношення $A * B$, а тіло складається з тих зчеплень кортежів тіл A і B для яких значення спільних атрибутів однакові.

Останньою операцією є тернарна операція **ділення**. Нехай є відношення A з атрибутами x_1, \dots, x_n , відношення B з атрибутами y_1, \dots, y_m і відношення C з атрибутами $x_{i_1}, \dots, x_{i_k}, y_{j_1}, \dots, y_{j_l}, z_1, \dots, z_t$ (як правило, x_{i_1}, \dots, x_{i_k} – ключі A ...). Результатом ділення називається відношення $A \div B \text{ per } C$ (для зручності будемо писати $A \text{ DIV } B \text{ PER } C$) яке сумісне з A і містить ті кортежі тіла A , які з'єднані з **усіма** кортежами B через зв'язуюче відношення C .

Пріоритети операцій: вибірка, проекція \succ решта, зліва направо. Пріоритети можна змінювати круглими дужками.

Насправді повний набір операцій складається з об'єднання, різниці, проекція, вибірки та декартового добутку, решта – надлишкові.

Допускаються також прості функції, як-то $\text{count}(\cdot)$, $\text{sum}(\cdot)$, $\text{average}(\cdot)$.

1.1.2 Моя власна інтерпретація

Тимчасово відсутня, буде коли у мене буде на це час і бажання.

1.2 Практика

1.2.1 Приклади з лекції

Розглянемо кілька прикладів запитів до бази 5.1. Для зручності запити відформатовані за рівнем вкладеності:

1. Імена лондонських постачальників зі статусом більше 10.

```
provider[
  city = 'London'
  AND
  status > 10
] {provider.name}.
```

2. Номери деталей, які постачаються лондонськими постачальниками.

```
(
  provider[city = 'Lomdon]
  *
  supply
) {part_id}.
```

3. Назви деталей, які постачаються Лондонськими постачальниками.

```
(
  (
    provider[city = 'London']
    *
    supply
  ) {part_id}
  *
  part
) {part.name}.
```

4. Назви деталей, які не постачаються Лондонськими постачальниками.

```
(
  (
    part{part_id}
    \
    (
      provider[city = 'London']
      *
      supply
    ) {part_id}
  )
  *
  part
) {part.name}.
```

5. Назви деталей, які постачаються лише лондонськими постачальниками.

```
(
  (
    part{part_id}
    \
    (
      provider[city != 'London']
      *
      supply
    ) {part_id}
  )
  *
  part
) {part.name}.
```

6. Імена постачальників, яка постачають всі деталі.

```
(
  provider{provider_id}
  DIV
  part{part_id}
  PER
  supply
)
*
provider{provider.name}.
```

або

```
(
  provider
  DIV
  part
  PER
  supply
) {provider.name}.
```

7. Назви деталей, які постачаються всіма лондонськими постачальниками.

```
(
  part
  DIV
  provider[city = 'London']
  PER
  supply
) {part.name}.
```

8. Імена постачальників, які постачають червоні деталі в усі лондонські проекти.

```
(
  provider
  DIV
  project[city = 'London']
  PER
  (
    supply
    *
    part[color = 'red']
  )
) {provider.name}.
```

9. Імена постачальників, які постачають лише ті деталі, які постачає Джон.

```
(
  (
    provider{provider_id}
    \
    (
      supply
      *
      (
        part{part_id}
        \
        (
          (
            provider[name = 'John']
            *
            supply
          ) {part_id}
        )
      )
    ) {provider_id}
  )
  *
  provider
) {provider.name}.
```

10. Міста з яких всі постачальники постачають червоні деталі.

```
provider{city}
\
(
  (
    provider{provider_id}
    \
    (
```

```
        part[color = 'red']
        *
        supply
    ) {provider_id}
)
*
provider
) {provider.city}.
```

11. Номери постачальників, які постачають певну деталь постачають в усі проекти

```
(
    supply{provider_id, part_id}
    DIV
    project
    PER
    supply
) {provider_id}.
```

1.2.2 Запити на к/р (без розв'язків)

Картка №1.

1. Знайти прізвища та телефони лекторів з науковим ступенем доктора, які проводять другу пару у середу.
2. Знайти коди та курси груп, у яких Іванчук не проводить заняття у середу.
3. Визначити аудиторії в яких займаються тільки групи 1-го курсу факультету кібернетики.

Картка №2.

1. Знайти прізвища та організації лекторів, які читають с\к (тип) на 3-ому курсі.
2. Знайти назви предметів, які Іванчук не читає в аудиторії 205.
3. Знайти прізвища лекторів з наук. ступенем доктора, які проводять заняття принаймні у всі ті дні, що і Іванчук.

Картка №3.

1. Знайти назви предметів та форми їх контролю, які читаються лекторами з інституту кібернетики з науковим ступенем кандидата.
2. Знайти назви предметів, які не читаються на факультеті кібернетики в середу.
3. Визначити прізвища викладачів, що ведуть заняття лише в ті дні, що і викладач Іванчук.

Картка №4.

1. Знайти назви предметів, які читаються у групах 4-го курсу кафедри інформатики.
2. Знайти прізвища та телефони лекторів з науковим ступенем доктора, які не проводять другу пару в середу.
3. Визначити назви тих організацій, викладачі яких читають на всіх факультетах.

Картка №5.

1. Знайти коди та курси груп, у яких заняття проводяться у п'ятницю в аудиторії 205.
2. Знайти прізвища та організації лекторів, які не читають с\к (тип) на 3-ому курсі.
3. Визначити назви предметів, що читаються тільки лекторами з телефоном "111-11-11".

Картка №6.

1. На яких факультетах та на яких курсах читаються с\к (тип) розміром 36 годин.
2. Знайти назви предметів та форми їх контролю, які не читаються лекторами з інституту кібернетики з науковим ступенем кандидата.
3. Визначити назви предметів, що читаються тільки в групах 4-го курсу факультету кібернетики.

Картка №7.

1. В які дні та в яких аудиторіях Іванчук проводить заняття на 2-ій парі.
2. Знайти назви предметів, які не читаються на 4-ому курсі.
3. Визначити наук. ступені викладачів, що ведуть заняття тільки в тих групах, що і викладач Іванчук.

Картка №8.

1. Знайти прізвища лекторів, які читають предмет математичний аналіз на 1-ому курсі.
2. Знайти коди та курси груп, у яких заняття не проводяться у п'ятницю.
3. Знайти назви предметів, що читають лектори з усіх організацій.

Картка №9.

1. В яких організаціях працюють лектори, які приймають хоча б один іспит.
2. На яких факультетах та на яких курсах не читаються с\к (тип) розміром 36 годин.
3. На яких факультетах по всіх предметах, що читаються, приймаються тільки іспити.

Картка №10.

1. Знайти назви предметів, які читаються на факультеті кібернетики у середу.
2. В які дні Іванчук не проводить заняття на 2-ій парі.

3. Знайти назви предметів, що читаються на всіх факультетах.

Картка №11.

1. Знайти назви предметів, які Іванчук читає в аудиторії 205.
2. Знайти прізвища лекторів, які не читають предмет математичний аналіз на 1-ому курсі.
3. Знайти коди груп, які складали іспити всім викладачам з інституту кібернетики.

Картка №12.

1. Знайти коди та курси груп, у яких Іванчук проводить заняття у середу.
2. В яких організаціях працюють лектори, що не приймають жодного іспиту.
3. В яких групах заняття проводять всі викладачі з телефоном "111-11-11".

Картка №13.

1. Знайти прізвища та телефони лекторів з науковим ступенем доктора, які проводять другу пару у середу.
2. Знайти назви предметів, які Іванчук не читає в аудиторії 205.
3. Визначити прізвища викладачів, що ведуть заняття тільки в ті дні, що і викладач Іванчук.

Картка №14.

1. Знайти прізвища та організації лекторів, які читають с\к (тип) на 3-ому курсі.
2. Знайти назви предметів, які не читаються на факультеті кібернетики у середу.
3. Визначити назви тих організацій, викладачі яких читають тільки на факультеті кібернетики.
4. Знайти назви предметів типу н\к, які на 4-ому курсі читає більш ніж один викладач з наук. ступенем доктора.

Картка №15.

1. Знайти назви предметів та форми їх контролю, які читаються лекторами з інституту кібернетики з науковим ступенем кандидата.
2. Знайти прізвища та телефони лекторів з науковим ступенем доктора, які не проводять другу пару у середу.
3. Визначити назви предметів, що читаються тільки лекторами з телефоном "111-11-11".

Картка №16.

1. Знайти назви предметів, які читаються на 4-ому курсі по кафедрі інформатики.
2. Знайти прізвища та організації лекторів, які не читають с\к (тип) на 3-ому курсі.

3. Визначити назви предметів, що читаються тільки в групах 4-го курсу факультету кібернетики.

Картка №17.

1. Знайти коди та курси груп, у яких заняття проводяться у п'ятницю в аудиторії 205.
2. Знайти назви предметів та форми їх контролю, які не читаються лекторами з інституту кібернетики з науковим ступенем кандидата.
3. Визначити наук. ступені викладачів, що ведуть заняття тільки в тих групах, що і викладач Іванчук.

Картка №18.

1. На яких факультетах та на яких курсах читаються с\к (тип) розміром 36 годин.
2. Знайти назви предметів, які не читаються на 4-ому курсі.
3. Знайти назви предметів, що читають лектори з усіх організацій.

Картка №19.

1. В які дні та в яких аудиторіях Іванчук проводить заняття на 2-ій парі.
2. Знайти коди та курси груп, у яких заняття не проводяться у п'ятницю.
3. На яких факультетах по всіх предметах, що читаються, приймаються тільки іспити.

Картка №20.

1. Знайти прізвища лекторів, які читають предмет математичний аналіз на 1-ому курсі.
2. На яких факультетах та на яких курсах не читаються с\к (тип) розміром 36 годин.
3. Знайти назви предметів, що читаються на всіх факультетах.

Картка №21.

1. В яких організаціях працюють лектори, які приймають хоча б один іспит.
2. В які дні Іванчук не проводить заняття на 2-ій парі.
3. Знайти коди груп, які складали іспити всім викладачам з інституту кібернетики.

Картка №22.

1. Знайти назви предметів, які читаються на факультеті кібернетики у середу.
2. Знайти прізвища лекторів, які не читають предмет математичний аналіз на 1-ому курсі.
3. В яких групах заняття проводить тільки Іванчук.

Картка №23.

1. Знайти назви предметів, які Іванчук читає в аудиторії 205.
2. В яких організаціях працюють лектори, які не приймають жодного іспиту.
3. Визначити аудиторії в яких займаються тільки групи 1-го курсу факультету кібернетики.

Картка №24.

1. Знайти коди та курси груп, у яких Іванчук проводить заняття у середу.
2. Знайти коди та курси груп, у яких Іванчук не проводить заняття у середу.
3. Знайти прізвища лекторів з наук. ступенем доктора, які проводять заняття принаймні у всі ті дні, що і Іванчук.

2 Реляційне числення

2.1 Теорія

2.1.1 Лекція

Синтаксис виразу реляційного числення:

$\langle \text{реляційний вираз} \rangle ::= \langle \text{прототип кортежу} \rangle [\text{WHERE } \langle \text{логічний вираз} \rangle]$

Прототип кортежу – список посилань на атрибути змінних кортежу. *Змінною кортежу* називається змінна, визначена на множині кортежів деякого відношення. *Посилання на атрибут змінної* це

$\langle \text{ім'я змінної кортежу} \rangle [\text{ім'я атрибуту} [\text{AS } \langle \text{нове ім'я} \rangle]]$

Змінні, визначені на множині відношення постачальників будемо позначати як SX, SY, SZ, ..., на відношенні деталей як PX, PY, PZ, ..., на відношенні проектів як SX, SY, ...

Зауваження. Якщо замість імені атрибуту вказана *, або ім'я не вказане зовсім то це означає посилання на всі атрибути змінної кортежу.

Зауваження. Однойменні атрибути (навіть в різних змінних) потрібно перейменувати.

Зауваження. Навіть при перейменуванні в логічному виразі використовуються старі імена атрибутів які специфікуються іменами змінних кортежу.

Приклад прототипу кортежу: SX, SY.S# AS S##, PX.PNAME.

Логічний вираз це

$\langle \text{логічний вираз} \rangle ::= \langle \text{вираз з квантором} \rangle \mid \langle \text{вираз без квантору} \rangle$

Вираз без квантору – безкванторний предикат першого порядку над атрибутами змінних кортежу.

Вираз із квантором це

$\text{вираз із квантором} ::= \langle \text{квантор} \rangle \langle \text{ім'я змінної кортежу} \rangle (\langle \text{логічний вираз} \rangle)$

Квантор – $\exists \mid \forall$.

Інтерпретація виразів реляційного числення:

1. Беремо декартів добуток усіх відношень на яких означені змінні з прототипу кортежу і під кванторами.
2. Здійснюємо вибірку звідти відповідно до логічного виразу.
3. Робимо проекцію на атрибути вказані в прототипі кортежу.

2.1.2 Моя власна інтерпретація

Запити мають наступний загальний вигляд:

`<entity>.<field> WHERE [¬]<quantifier> <entity>: (<condition>),`

де `<quantifier> ∈ {∃, ∀}`. У запитах нижче для зручності будемо записувати **EXISTS** замість \exists і **FORALL** замість \forall .

`<condition>` може містити компаратори (`<`, `≤`, `=`, `≥`, `>`), логічні оператори (`∧`, `∨`, `→`, `←`, `↔`) і вкладені запити. У запитах нижче для зручності будемо записувати `<=`, `!=`, `>=` замість `≤`, `≠`, `≥` відповідно і `AND`, `OR`, `->`, `<-`, `<->` замість `∧`, `∨`, `→`, `←`, `↔` відповідно.

Допускаються також прості функції, як-то `count(·)`, `sum(·)`, `average(·)`.

2.2 Практика

2.2.1 Приклади з лекції

Розглянемо кілька прикладів запитів до бази 5.1. Для зручності запити відформатовані за рівнем вкладеності:

1. Визначити імена лондонських постачальників зі статусом більше 10.

```
providerX.name WHERE (
    providerX.city = 'London'
    AND
    providerX.status > 10
);
```

2. Визначити номери постачальників червоних деталей.

```
supplyX.provider_id WHERE (
    EXISTS partX (
        partX.color = 'red'
        AND
        partX.part_id = supplyX.part_id
    )
);
```

3. Визначити імена постачальників червоних деталей.

```
providerX.name WHERE (
    EXISTS supplyX (
        supplyX.provider_id = providerX.provider_id
        AND
        EXISTS partX (
            partX.color = 'red'
            AND
            partX.part_id = supplyX.part_id
        )
    )
);
```

```
    )  
  )  
);
```

4. Визначити імена постачальників які не постачають червоних деталей.

```
providerX.name WHERE (  
  NOT EXISTS supplyX (  
    supplyX.provider_id = providerX.provider_id  
    AND  
    EXISTS partX (  
      partX.color = 'red'  
      AND  
      partX.part_id = supplyX.part_id  
    )  
  )  
);
```

5. Визначити імена постачальників які постачають лише червоні деталі.

```
providerX.name WHERE (  
  NOT EXISTS supplyX (  
    supplyX.provider_id = providerX.provider_id  
    AND  
    EXISTS partX (  
      partX.color != 'red'  
      AND  
      partX.part_id = supplyX.part_id  
    )  
  )  
);
```

6. Визначити імена постачальників які постачають всі деталі.

```
providerX.name WHERE (  
  FORALL partX (  
    EXISTS supplyX (  
      supplyX.part_id = partX.part_id  
      AND  
      supplyX.provider_id = providerX.provider_id  
    )  
  )  
);
```

7. Визначити імена постачальників які постачають всі червоні деталі.

```
providerX.name WHERE (  
    FORALL partX (  
        partX.color = 'red'  
        ->  
        EXISTS supplyX (  
            supplyX.part_id = partX.part_id  
            AND  
            supplyX.provider_id = providerX.provider_id  
        )  
    )  
);
```

8. Визначити імена постачальників які постачають деталі всіх кольорів.

```
providerX.name WHERE (  
    FORALL partX (  
        EXISTS partY (  
            partX.color = partY.color  
            AND  
            EXISTS supplyX (  
                supplyX.part_id = partY.part_id  
                AND  
                supplyX.provider_id = providerX.provider_id  
            )  
        )  
    )  
);
```

2.2.2 Запити на к/р (без розв'язків)

Картка №25.

1. Знайти прізвища та телефони лекторів з науковим ступенем доктора, які проводять другу пару у середу.
2. Знайти коди та курси груп, у яких Іванчук не проводить заняття у середу.
3. Визначити аудиторії в яких займаються тільки групи 1-го курсу факультету кібернетики.
4. Знайти назви предметів, що читаються більш ніж двома викладачами з інституту кібернетики.

Картка №26.

1. Знайти прізвища та організації лекторів, які читають с\к (тип) на 3-ому курсі.
2. Знайти назви предметів, які Іванчук не читає в аудиторії 205.
3. Знайти прізвища лекторів з наук. ступенем доктора, які проводять заняття принаймні у всі ті дні, що і Іванчук.

4. Знайти кількість груп та загальну кількість студентів у них, де навчальний процес повністю забезпечують викладачі Іванчук та Петренко.

Картка №27.

1. Знайти назви предметів та форми їх контролю, які читаються лекторами з інституту кібернетики з науковим ступенем кандидата.
2. Знайти назви предметів, які не читаються на факультеті кібернетики в середу.
3. Визначити прізвища викладачів, що ведуть заняття лише в ті дні, що і викладач Іванчук.
4. Знайти прізвища викладачів, що читають на 1-ому курсі з максимальним навантаженням.

Картка №28.

1. Знайти назви предметів, які читаються у групах 4-го курсу кафедри інформатики.
2. Знайти прізвища та телефони лекторів з науковим ступенем доктора, які не проводять другу пару в середу.
3. Визначити назви тих організацій, викладачі яких читають на всіх факультетах.
4. Знайти загальну кількість студентів у групах факультету кібернетики, де ведуть заняття 5 викладачів з університету.

Картка №29.

1. Знайти коди та курси груп, у яких заняття проводяться у п'ятницю в аудиторії 205.
2. Знайти прізвища та організації лекторів, які не читають с\к (тип) на 3-ому курсі.
3. Визначити назви предметів, що читаються тільки лекторами з телефоном "111-11-11".
4. Знайти назви предметів типу н\к, які на 4-ому курсі читає більш ніж один викладач з наук. ступенем доктора.

Картка №30.

1. На яких факультетах та на яких курсах читаються с\к (тип) розміром 36 годин.
2. Знайти назви предметів та форми їх контролю, які не читаються лекторами з інституту кібернетики з науковим ступенем кандидата.
3. Визначити назви предметів, що читаються тільки в групах 4-го курсу факультету кібернетики.
4. У скількох організаціях працюють викладачі, що читають лекції більш ніж на одному факультеті, але менше ніж на 4-х.

Картка №31.

1. В які дні та в яких аудиторіях Іванчук проводить заняття на 2-ій парі.
2. Знайти назви предметів, які не читаються на 4-ому курсі.

3. Визначити наук. ступені викладачів, що ведуть заняття тільки в тих групах, що і викладач Іванчук.
4. У скількох групах 1-го курсу всі заняття веде Іванчук.

Картка №32.

1. Знайти прізвища лекторів, які читають предмет математичний аналіз на 1-ому курсі.
2. Знайти коди та курси груп, у яких заняття не проводяться у п'ятницю.
3. Знайти назви предметів, що читають лектори з усіх організацій.
4. Знайти прізвища викладачів, що читають більш ніж один н\к (тип).

Картка №33.

1. В яких організаціях працюють лектори, які приймають хоча б один іспит.
2. На яких факультетах та на яких курсах не читаються с\к (тип) розміром 36 годин.
3. На яких факультетах по всіх предметах, що читаються, приймаються тільки іспити.
4. Скільки предметів читають ті викладачі, що ведуть заняття на не меншому числі факультетів, що і будь-який з викладачів, який читає алгебру.

Картка №34.

1. Знайти назви предметів, які читаються на факультеті кібернетики у середу.
2. В які дні Іванчук не проводить заняття на 2-ій парі.
3. Знайти назви предметів, що читаються на всіх факультетах.
4. У скількох групах читається така ж кількість предметів, яку разом ведуть Іванчук та Петренко.

Картка №35.

1. Знайти назви предметів, які Іванчук читає в аудиторії 205.
2. Знайти прізвища лекторів, які не читають предмет математичний аналіз на 1-ому курсі.
3. Знайти коди груп, які складали іспити всім викладачам з інституту кібернетики.
4. Знайти загальну кількість годин по предметах, що читаються всім групам 2-го та 3-го курсів.

Картка №36.

1. Знайти коди та курси груп, у яких Іванчук проводить заняття у середу.
2. В яких організаціях працюють лектори, що не приймають жодного іспиту.
3. В яких групах заняття проводять всі викладачі з телефоном "111-11-11".
4. Знайти число викладачів, які читають алгебру в усіх групах факультету кібернетики.

Картка №37.

1. Знайти прізвища та телефони лекторів з науковим ступенем доктора, які проводять другу пару у середу.
2. Знайти назви предметів, які Іванчук не читає в аудиторії 205.
3. Визначити прізвища викладачів, що ведуть заняття тільки в ті дні, що і викладач Іванчук.
4. Знайти загальну кількість студентів у групах факультету кібернетики, де ведуть заняття 5 викладачів з університету.

Картка №38.

1. Знайти прізвища та організації лекторів, які читають с\к (тип) на 3-ому курсі.
2. Знайти назви предметів, які не читаються на факультеті кібернетики у середу.
3. Визначити назви тих організацій, викладачі яких читають тільки на факультеті кібернетики.
4. Знайти назви предметів типу н\к, які на 4-ому курсі читає більш ніж один викладач з наук. ступенем доктора.

Картка №39.

1. Знайти назви предметів та форми їх контролю, які читаються лекторами з інституту кібернетики з науковим ступенем кандидата.
2. Знайти прізвища та телефони лекторів з науковим ступенем доктора, які не проводять другу пару у середу.
3. Визначити назви предметів, що читаються тільки лекторами з телефоном "111-11-11".
4. У скількох організаціях працюють викладачі, що читають лекції більш ніж на одному факультеті, але менше ніж на 4-х.

Картка №40.

1. Знайти назви предметів, які читаються на 4-ому курсі по кафедрі інформатики.
2. Знайти прізвища та організації лекторів, які не читають с\к (тип) на 3-ому курсі.
3. Визначити назви предметів, що читаються тільки в групах 4-го курсу факультету кібернетики.
4. У скількох групах 1-го курсу заняття веде тільки Іванчук.

Картка №41.

1. Знайти коди та курси груп, у яких заняття проводяться у п'ятницю в аудиторії 205.
2. Знайти назви предметів та форми їх контролю, які не читаються лекторами з інституту кібернетики з науковим ступенем кандидата.
3. Визначити наук. ступені викладачів, що ведуть заняття тільки в тих групах, що і викладач Іванчук.

4. Знайти прізвища викладачів, що читають більш ніж один н\к (тип).

Картка №42.

1. На яких факультетах та на яких курсах читаються с\к (тип) розміром 36 годин.
2. Знайти назви предметів, які не читаються на 4-ому курсі.
3. Знайти назви предметів, що читають лектори з усіх організацій.
4. Скільки предметів читають ті викладачі, що ведуть заняття на не меншому числі факультетів, що і будь-який з викладачів, який читає алгебру.

Картка №43.

1. В які дні та в яких аудиторіях Іванчук проводить заняття на 2-ій парі.
2. Знайти коди та курси груп, у яких заняття не проводяться у п'ятницю.
3. На яких факультетах по всіх предметах, що читаються, приймаються тільки іспити.
4. У скількох групах читається така ж кількість предметів, яку разом ведуть Іванчук та Петренко.

Картка №44.

1. Знайти прізвища лекторів, які читають предмет математичний аналіз на 1-ому курсі.
2. На яких факультетах та на яких курсах не читаються с\к (тип) розміром 36 годин.
3. Знайти назви предметів, що читаються на всіх факультетах.
4. Знайти загальну кількість годин по предметах, що читаються тільки студентам 2-го та 3-го курсів.

Картка №45.

1. В яких організаціях працюють лектори, які приймають хоча б один іспит.
2. В які дні Іванчук не проводить заняття на 2-ій парі.
3. Знайти коди груп, які складали іспити всім викладачам з інституту кібернетики.
4. Знайти число викладачів, які читають алгебру тільки студентам факультету кібернетики.

Картка №46.

1. Знайти назви предметів, які читаються на факультеті кібернетики у середу.
2. Знайти прізвища лекторів, які не читають предмет математичний аналіз на 1-ому курсі.
3. В яких групах заняття проводить тільки Іванчук.
4. Знайти назви предметів, що читаються більш ніж двома викладачами з інституту кібернетики.

Картка №47.

1. Знайти назви предметів, які Іванчук читає в аудиторії 205.
2. В яких організаціях працюють лектори, які не приймають жодного іспиту.
3. Визначити аудиторії в яких займаються тільки групи 1-го курсу факультету кібернетики.
4. Знайти кількість груп та загальну кількість студентів у них, де навчальний процес повністю забезпечують викладачі Іванчук та Петренко.

Картка №48.

1. Знайти коди та курси груп, у яких Іванчук проводить заняття у середу.
2. Знайти коди та курси груп, у яких Іванчук не проводить заняття у середу.
3. Знайти прізвища лекторів з наук. ступенем доктора, які проводять заняття принаймні у всі ті дні, що і Іванчук.
4. Знайти прізвища викладачів, що читають на 1-ому курсі з максимальним навантаженням.

3 SQL

3.1 Теорія

3.2 Практика

Картка №49.

1. Знайти назви предметів, які не читаються на факультеті кібернетики у середу.
2. Визначити прізвища викладачів, що ведуть заняття лише в ті дні, що і викладач Іванчук.
3. Визначити прізвища викладачів, що ведуть заняття на не меншому числі факультетів, ніж Іванчук.
4. Видалити відомості про предмети, які читаються на 4 курсі факультету кібернетики.

Картка №50.

1. Визначити прізвища викладачів, що ведуть заняття лише в ті дні, що і викладач Іванчук.
2. Визначити назви тих організацій, викладачі яких читають тільки на факультеті кібернетики.
3. Скільки різних типів предметів викладається на факультеті кібернетики?
4. Замінити всі перші пари Іванчука четвертими в ті дні, коли він четвертих пар не читає.

Картка №51.

1. Знайти курси, на яких заняття не проводяться у п'ятницю в аудиторії 307.
2. Знайти назви предметів, що читають лектори з усіх організацій.

3. Знайти назви предметів типу н\к (тип), які на 4-ому курсі читає більш ніж один викладач з наук. ступенем доктора.
4. Додати відомості про те, що Іванчук читає у вівторок непарного тижня в аудиторії 205 на 4 парі алгебру в усіх тих групах, де він не читав алгебри.

Картка №52.

1. На яких факультетах не читаються с\к (тип) розміром 36 годин.
2. У скількох організаціях працюють викладачі, що читають лекції більш ніж на одному факультеті, але менше ніж на 4-х?
3. Знайти прізвища викладачів, що читають на 1-ому курсі з максимальним навантаженням.
4. Замінити на “КНУ” організації лекторів, які читають на факультеті кібернетики.

Картка №53.

1. Знайти курси, на яких Іванчук не проводить заняття у середу.
2. Визначити назви предметів, що читаються в усіх групах 4-го курсу факультету кібернетики.
3. У скількох групах читається така ж кількість предметів, яку разом ведуть Іванчук та Петренко?
4. Видалити відомості про лекторів, які не ведуть занять на факультеті кібернетики.

Картка №54.

1. Знайти прізвища та телефони лекторів з науковим ступенем доктора, які не проводять другу пару у середу.
2. Визначити аудиторії, в яких займаються усі групи 1-го курсу факультету кібернетики.
3. Знайти прізвища викладачів, що читають більш ніж один н\к (тип).
4. Видалити відомості про предмети, які читаються на 4 курсі факультету кібернетики.

Картка №55.

1. Знайти назви предметів, що читаються на всіх факультетах.
2. Знайти прізвища лекторів з наук. ступенем доктора, які проводять заняття принаймні у всі ті дні, що і Іванчук.
3. Знайти назви предметів, що читаються більш ніж двома викладачами з інституту кібернетики.
4. Замінити всі перші пари Іванчука четвертими в ті дні, коли він четвертих пар не читає.

Картка №56.

1. Знайти прізвища лекторів, які не читають предмет математичний аналіз на 1-ому курсі.
2. Визначити дні, в які ведуть заняття всі викладачі з інституту кібернетики.

3. У скількох групах 1-го курсу заняття веде тільки Іванчук?
4. Додати відомості про те, що Іванчук читає у вівторок непарного тижня в аудиторії 205 на 4 парі алгебри в усіх тих групах, де він не читав алгебри.

Картка №57.

1. Які телефони мають лектори, що не приймають іспитів.
2. Визначити наук. ступені викладачів, що ведуть заняття тільки в тих групах, що і викладач Іванчук.
3. Знайти загальну кількість студентів у тих групах факультету кібернетики, де ведуть заняття 5 викладачів з університету.
4. Замінити на "КНУ" організації лекторів, які читають на факультеті кібернетики.

Картка №58.

1. Знайти прізвища та організації лекторів, які не читають с\к (тип) на 3-ому курсі.
2. На яких факультетах всі заняття проводять тільки викладачі з КНУ?
3. Скільки різних типів предметів викладається на факультеті кібернетики?
4. Видалити відомості про лекторів, які не ведуть занять на факультеті кібернетики.

Картка №59.

1. Знайти назви предметів та форми їх контролю, які не читаються лекторами з інституту кібернетики з науковим ступенем кандидата.
2. На яких факультетах по всіх предметах, що читаються, приймаються тільки іспити.
3. Скільки різних типів предметів викладається на факультеті кібернетики?
4. Видалити відомості про предмети, які читаються на 4 курсі факультету кібернетики.

Картка №60.

1. В які дні Іванчук не проводить заняття на 2-й парі.
2. У які дні в групах кафедри інформатики викладає тільки Іванчук?
3. Знайти загальну кількість годин по предметах, що читаються тільки студентам 2-го та 3-го курсів.
4. Замінити всі перші пари Іванчука четвертими в ті дні, коли він четвертих пар не читає.

Картка №61.

1. Знайти назви предметів, які не читаються на факультеті кібернетики у середу.
2. Визначити прізвища викладачів, що ведуть заняття лише в ті дні, що і викладач Іванчук.

3. Скільки викладачів читають лекції більш ніж на одному факультеті, але менше ніж на 4-х?
4. Додати відомості про те, що Іванчук читає у вівторок непарного тижня в аудиторії 205 на 4 парі алгебри в усіх тих групах, де він не читав алгебри.

Картка №62.

1. Знайти назви предметів, які Іванчук не читає в аудиторії 307.
2. Визначити назви тих організацій, викладачі яких читають тільки на факультеті кібернетики.
3. Знайти кількість груп, де навчальний процес процес повністю забезпечують викладачі Іванчук та Петренко.
4. Замінити на “КНУ” організації лекторів, які читають на факультеті кібернетики.

Картка №63.

1. Знайти курси, на яких заняття не проводяться у п'ятницю в аудиторії 307.
2. Знайти назви предметів, що читають лектори з усіх організацій.
3. Знайти назви предметів типу н\к (тип), які на 4-ому курсі читає більш ніж один викладач з наук. ступенем доктора.
4. Видалити відомості про лекторів, які не ведуть занять на факультеті кібернетики.

Картка №64.

1. На яких факультетах не читаються с\к (тип) розміром 36 годин.
2. На яких факультетах всі заняття проводять тільки викладачі з КНУ?
3. Знайти прізвища викладачів, що читають з максимальним навантаженням (тобто сумарна кількість годин за предметами, які вони викладають, найбільша серед усіх викладачів).
4. Видалити відомості про предмети, які читаються на 4 курсі факультету кібернетики.

Картка №65.

1. Знайти курси, на яких Іванчук не проводить заняття у середу.
2. Визначити назви предметів, що читаються в усіх групах 4-го курсу факультету кібернетики.
3. У скількох групах читається така ж кількість предметів, яку разом ведуть Іванчук та Петренко?
4. Замінити всі перші пари Іванчука четвертими в ті дні, коли він четвертих пар не читає.

Картка №66.

1. Знайти прізвища та телефони лекторів з науковим ступенем доктора, які не проводять другу пару у середу.
2. Визначити аудиторії, в яких займаються усі групи 1-го курсу факультету кібернетики.

3. Знайти прізвища викладачів, що читають більш ніж один н\к (тип).
4. Додати відомості про те, що Іванчук читає у вівторок непарного тижня в аудиторії 205 на 4 парі алгебри в усіх тих групах, де він не читав алгебри.

Картка №67.

1. Знайти назви предметів, що читаються на всіх факультетах.
2. Знайти прізвища лекторів з наук. ступенем доктора, які проводять заняття принаймні у всі ті дні, що і Іванчук.
3. Знайти назви предметів, що читаються більш ніж двома викладачами з інституту кібернетики.
4. Замінити на “КНУ” організації лекторів, які читають на факультеті кібернетики.

Картка №68.

1. Знайти прізвища лекторів, які не читають предмет математичний аналіз на 1-ому курсі.
2. Визначити дні, в які ведуть заняття всі викладачі з інституту кібернетики.
3. У скількох групах 1-го курсу заняття веде тільки Іванчук?
4. Видалити відомості про лекторів, які не ведуть занять на факультеті кібернетики.

Картка №69.

1. Які телефони мають лектори, що не приймають іспитів.
2. Визначити наук. ступені викладачів, що ведуть заняття тільки в тих групах, що і викладач Іванчук.
3. Знайти загальну кількість студентів у групах факультету кібернетики, де ведуть заняття 5 викладачів з університету.
4. Видалити відомості про предмети, які читаються на 4 курсі факультету кібернетики.

Картка №70.

1. Знайти прізвища та організації лекторів, які не читають с\к (тип) на 3-ому курсі.
2. На яких факультетах по всіх предметах, що читаються, приймаються тільки іспити.
3. Скільки різних типів предметів викладається на факультеті кібернетики?
4. Замінити всі перші пари Іванчука четвертими в ті дні, коли він четвертих пар не читає.

Картка №71.

1. Знайти назви предметів та форми їх контролю, які не читаються лекторами з інституту кібернетики з науковим ступенем кандидата.
2. У яких організаціях працюють лише ті лектори, які викладають на факультеті кібернетики?

3. Скільки різних типів предметів викладається на факультеті кібернетики?
4. Додати відомості про те, що Іванчук читає у вівторок непарного тижня в аудиторії 205 на 4 парі алгебру в усіх тих групах, де він не читав алгебри.

Картка №72.

1. В які дні Іванчук не проводить заняття на 2-й парі.
2. На яких факультетах по всіх предметах, що читаються, приймаються тільки іспити.
3. Знайти загальну кількість годин по предметах, що читаються тільки студентам 2-го та 3-го курсів.
4. Замінити на “КНУ” організації лекторів, які читають на факультеті кібернетики.

4 Функціональна залежність

Функціональна залежність (далі часто ФЗ) – концепція, що лежить в основі багатьох питань, пов’язаних з реляційними базами даних, включаючи, зокрема, їхнє проектування. Математично являє собою бінарне відношення між множинами атрибутів даного відношення і є, по суті, зв’язком типу “один-до-багатьох”. ФЗ забезпечує основу для наукового підходу до розв’язання деяких проблем, оскільки володіє багатим набором цікавих формальних властивостей.

4.1 Визначення

4.1.1 Функціональна залежність

Нехай маємо відношення r зі схемою (заголовком) R , A і B – деякі підмножини множини атрибутів відношення r . Множина B функціонально залежить від A тоді і тільки тоді, коли кожне значення множини A зв’язане точно з одним значенням множини B . Іншими словами, якщо два кортежі збігаються за атрибутами A , то вони збігаються і за атрибутами B .

$$r(R), A \subseteq R, B \subseteq R$$

$$(A \rightarrow B) \Leftrightarrow ((\forall t_1, t_2 \in r : t_1(A) = t_2(A)) \Rightarrow (t_1(B) = t_2(B)))$$

У такому разі A – детермінант, B – залежна частина.

ФЗ називається тривіальною, якщо залежна частина є підмножиною детермінанта.

$$(B \subseteq A) \Rightarrow (A \rightarrow B)$$

4.1.2 Замикання множини залежностей

Одні функціональні залежності можуть припускати інші функціональні залежності. Наприклад,

$$(A \rightarrow B) \wedge (B \rightarrow C) \Rightarrow (A \rightarrow C).$$

Множина S^+ всіх ФЗ, які припускаються даною множиною ФЗ S називається замкненням множини S .

4.1.3 Замикання множини атрибутів

Нехай Z – деяка множина атрибутів відношення r , а S – множина функціональних залежностей цього відношення. Замкненням Z^+ множини атрибутів Z в межах S називається така множина атрибутів A_i відношення r , що функціональна залежність $Z \rightarrow A_i$ є членом замкнення S^+ .

$$r(R), S, Z \subseteq R, A_i \subseteq R, i = \overline{1, n}$$

4.1.4 Незвідні множини залежностей

Нехай S_1 і S_2 – деякі множини функціональних залежностей.

- Якщо будь-яка функціональна залежність з S_1 входить і в S_2 , тоді S_2 називають покриттям множини функціональних залежностей S_1 .
- Якщо S_2 – покриття для S_1 , а S_1 – для S_2 (тобто $S_1^+ = S_2^+$), тоді такі множини називаються еквівалентними.
- Множина ФЗ S називається незвідною тоді і тільки тоді, коли виконуються наступні вимоги:
 - В кожній ФЗ залежна частина містить лише один елемент;
 - Детермінант кожної ФЗ є незвідним (ні один атрибут не може бути видаленим з детермінанта без зміни замкнення S^+);
 - Жодну ФЗ з S не можна виключити без зміни замкнення S^+ .
- Для будь-якої множини ФЗ існує не менше ніж одна еквівалентна множина, яка є незвідною. Така множина називається незвідним покриттям.

4.2 Обчислення замкнень

4.2.1 Правило виводу Армстронга

В 1974 Вільям Армстронг запропонував набір правил виводу нових ФЗ на основі даних.

Нехай у нас є відношення $r(R)$ і множини атрибутів $A, B, C, D \subseteq R$. Для скорочення запису замість $X \cup Y$ будемо писати просто XY .

- Рефлексивність:

$$(B \subseteq A) \Rightarrow (A \rightarrow B)$$

- Поповнення:

$$(A \rightarrow B) \Rightarrow (AC \rightarrow BC)$$

- Транзитивність:

$$(A \rightarrow B) \wedge (B \rightarrow C) \Rightarrow (A \rightarrow C)$$

Правила виводу Армстронга **повні** (з їхньою допомогою можна вивести решту ФЗ, що мають на увазі даною множиною) і **надійні** (“зайвих” ФЗ вивести не можна; виведена ФЗ справедлива всюди, де справедлива та множина ФЗ, з якої вона була виведена).

Крім того, з даних правил досить просто виводяться, декілька додаткових правил, які спрощують задачу виведення ФЗ.

- Самовизначення:

$$A \rightarrow A$$

- Декомпозиція:

$$(A \rightarrow BC) \Rightarrow (A \rightarrow B) \wedge (A \rightarrow C)$$

- Об'єднання:

$$(A \rightarrow B) \wedge (A \rightarrow C) \Rightarrow (A \rightarrow BC)$$

- Композиція:

$$(A \rightarrow B) \wedge (C \rightarrow D) \Rightarrow (AC \rightarrow BD)$$

- Теорема загального об'єднання Дарвена:

$$(A \rightarrow B) \wedge (C \rightarrow D) \Rightarrow (A \cup (C - B) \rightarrow BD)$$

Теорема: ФЗ $A \rightarrow B$ вивідна з даної множини ФЗ S за правилами виводу Армстронга тоді і тільки тоді, коли $B \subseteq A^+$.

4.2.2 Замкнення множини атрибутів

Якщо застосовувати правила з попереднього розділу до того часу коли утворення нових ФЗ не припиниться, то ми отримаємо замкнення для даної множини ФЗ. На практиці рідко вимагається знаходити це замкнення само по собі, частіше за все нам набагато цікавіше дізнатися, чи входить та або інша ФЗ в замкнення. Для цього нам достатньо вирахувати замкнення детермінанта. Для цього існує доволі простий алгоритм.

1. Нехай X – множина атрибутів, яка в решті-решт стане замкненням.
2. Здійснюємо пошук ФЗ виду $B_1 B_2 \dots B_m \rightarrow C$, де $B_1 B_2 \dots B_m \subseteq X$, а $C \notin X$. Залежну частину кожної ФЗ додаємо в X .
3. Повторюємо пункт 2, доки до множини X буде неможливо додати атрибути.
4. Множина X , до якої неможливо додати атрибути і буде замкненням.

4.3 Застосування

4.3.1 Проектування БД

ФЗ є обмеженнями цілісності і визначають семантику даних, що зберігаються. При кожному оновленні СКБД повинна перевіряти їхнє дотримання. Значить, наявність великої кількості ФЗ небажане, інакше це призводить до уповільнення роботи. Для спрощення задачі необхідно скоротити набір ФЗ до мінімально необхідного.

Якщо I є незвідним покриттям початкової множини ФЗ S , то перевірка виконання ФЗ з I автоматично гарантує виконання всіх ФЗ з S . Таким чином, задача пошуку мінімально необхідного набору зводиться до пошуку незвідного покриття множини ФЗ, яке і буде використовуватись замість початкової множини.

4.3.2 Декомпозиція відношень

Теорема Хіта

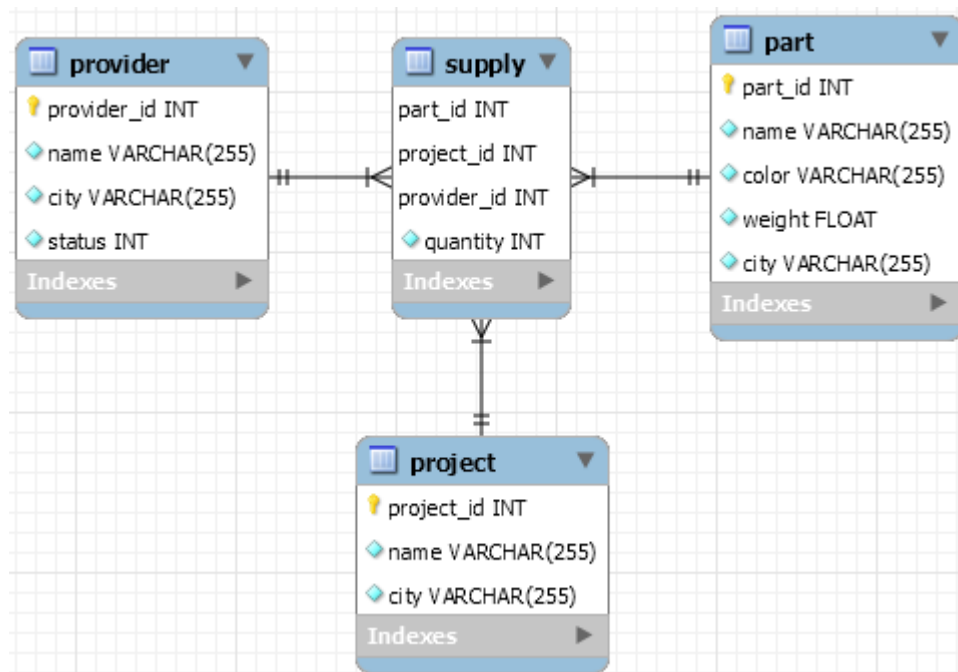
Нехай дане відношення $r(A, B, C)$.

Якщо r задовольняє функціональній залежності $A \rightarrow B$, тоді воно дорівнює поєднанню його проєкцій $r[A, B]$ і $r[A, C]$.

$$(A \rightarrow B) \Rightarrow (r(A, B, C) = r[A, B] \text{ JOIN } r[A, C])$$

5 Схеми даних

5.1 Доставки



5.2 Розклад

