

Лекція 4

Теорія нормалізації реляційної моделі даних

Мета: ознайомитись з основними правилами виведення функціональних залежностей; отримати теоретичні відомості про формування логічної моделі даних шляхом нормалізації

1. Поняття функціональної залежності
2. Нормальні форми реляційних відношень
3. Проектування реляційної бази даних

4.1 Поняття функціональної залежності

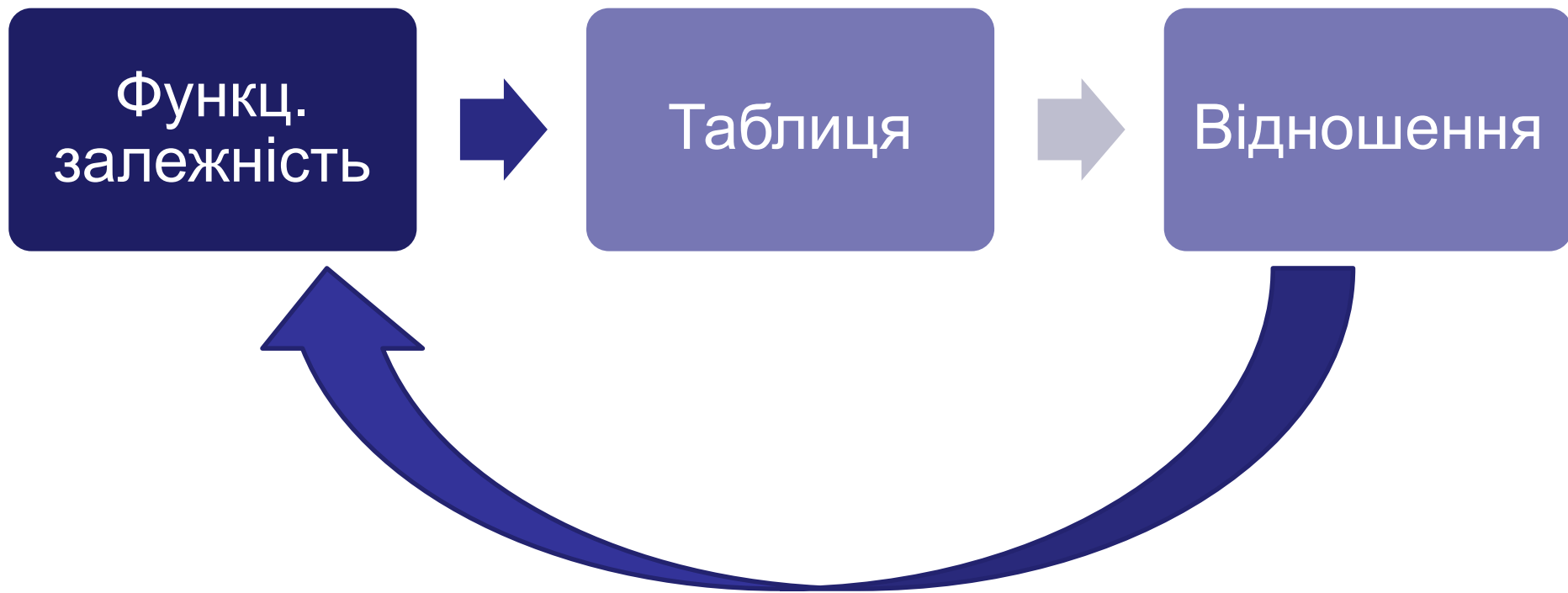


Обмеження на взаємозв'язки між даними й значення даних



Концепція функціональної залежності даних

4.1 Поняття функціональної залежності



Приклад Розклад навчального процесу.

Розклад

(Група, Дисципліна, Викладач, Аудиторія, Тип, День, Пара)

#G	#S	#L	#R	Type	Day	Period
1	1	1	2	Лекція	Пн	8:15 – 9:35
1	2	4	5	Практика	Пн	9:50 – 11:10
3	2	4	5	Практика	Пн	11:25 – 12:45
4	3	3	1	Лаба	Вт	8:15 – 9:35

4.1 Поняття функціональної залежності

Відомо:

- кожному лектору відповідає певна дисципліна;
- для кожної групи, дати і парі можлива тільки одна дисципліна;
- на певну пару і дисципліну призначається певна аудиторія.

Subject \rightarrow Lecturer

Date, Group, Period \rightarrow Subject

Subject, Type \rightarrow Room

$$R.A \rightarrow R.B \Leftrightarrow \forall r_1 \in R \forall r_2 \in R (r_1 [A] = r_2 [A] \Rightarrow r_1 [B] = r_2 [B])$$

Можливий ключ (квазіключ)

кожний атрибут відношення R
функціонально залежить від множини
атрибутів K

жоден атрибут з набору K не може бути
видалений так, щоб не порушувалась
властивість 1

$$\forall A \subseteq M (R.K \rightarrow R.A)$$

$$\forall A \subset K (\exists B \subseteq M | R.A \not\rightarrow R.B)$$

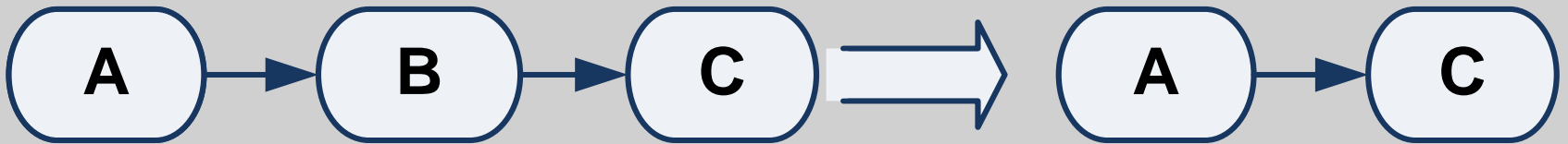
4.1 Поняття функціональної залежності



Аксиоматика функціональних залежностей

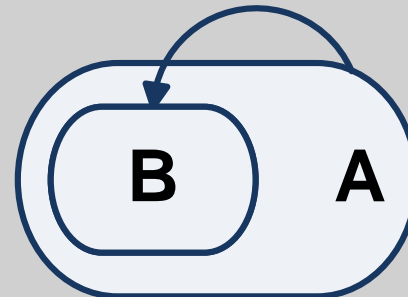
Транзитивність

- Якщо $A \rightarrow B$ і $B \rightarrow C$, то $A \rightarrow C$



Проективність

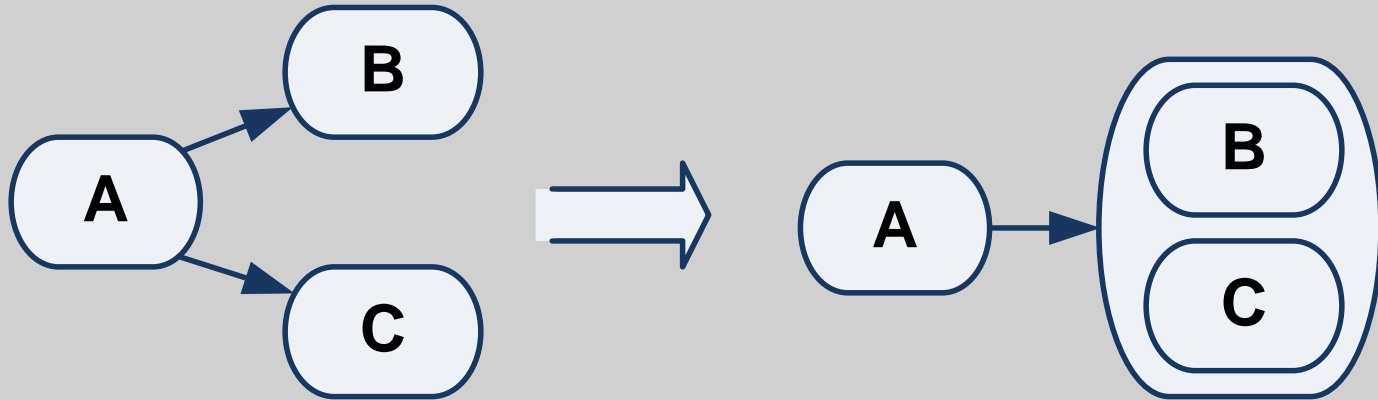
- Якщо $B \subseteq A$, то $A \rightarrow B$



Аксиоматика функціональних залежностей

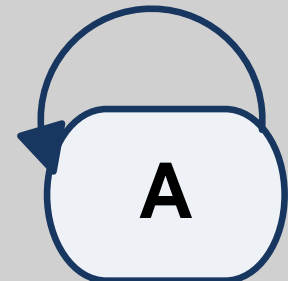
Адитивність

- Якщо $A \rightarrow B$ і $A \rightarrow C$, то $A \rightarrow (B, C)$



Рефлексивність

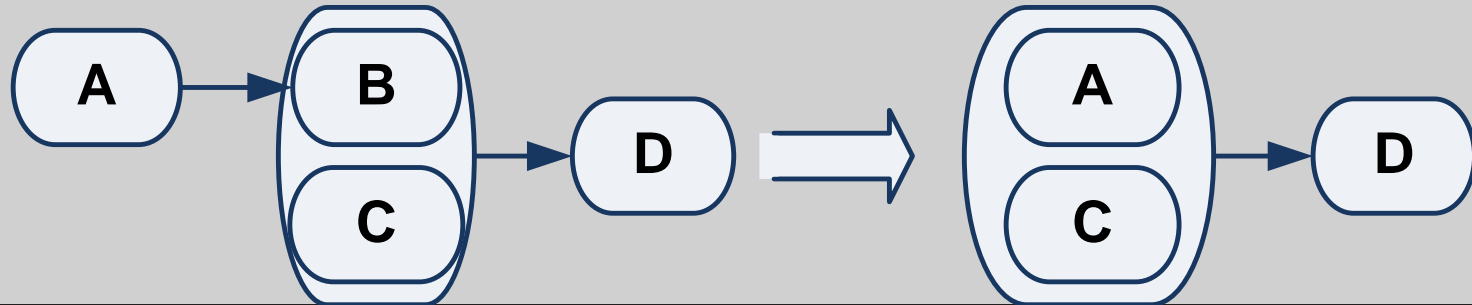
- $A \rightarrow A$



Аксиоматика функціональних залежностей

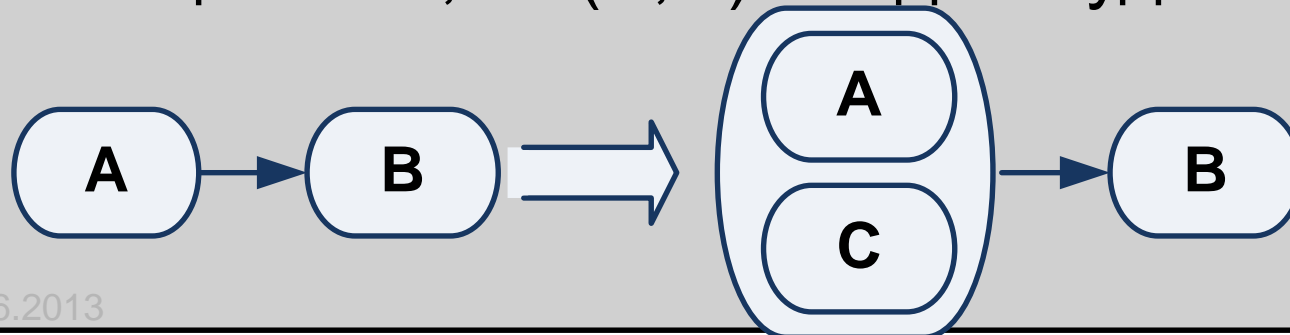
Псевдотранзитивність

- Якщо $A \rightarrow B$ і $(B, C) \rightarrow D$, то $(A, C) \rightarrow D$



Продовження

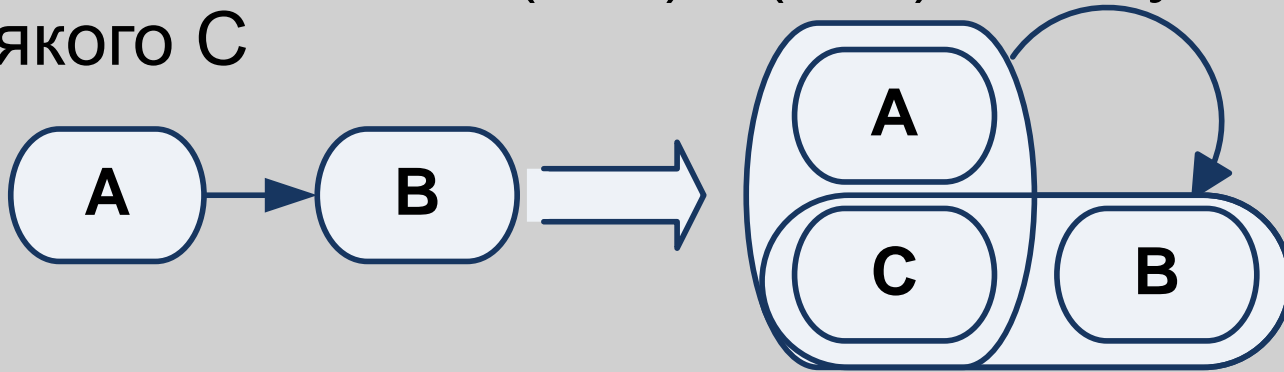
- Якщо $A \rightarrow B$, то $(A, C) \rightarrow B$ для будь-якого C



Аксиоматика функціональних залежностей

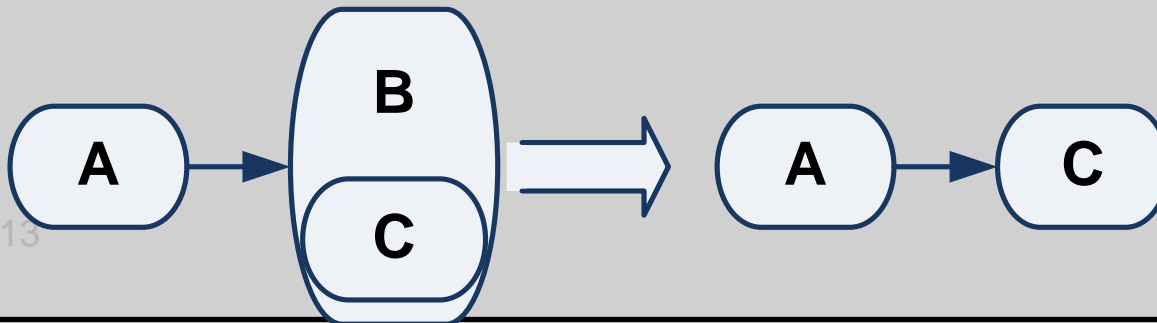
Поповнення

- Якщо $A \rightarrow B$, то $(A, C) \rightarrow (B, C)$ для будь-якого C



Декомпозиція

- Якщо $A \rightarrow B$ і $C \subseteq B$, то $A \rightarrow C$



Логічне виведення ФЗ

Приклад

$$R=(A, B, C)$$

$$A \rightarrow B$$

то з F логічно випливають такі залежності:

$(A, C) \rightarrow B$ – за властивістю продовження;

$(A, C) \rightarrow (B, C) \rightarrow$ за властивістю

поповнення

4.2 Нормальні форми реляційних відношень

сукупність
екземплярів
кінцевих РВ

схема РБД

логічна
модель
РБД

Інформаційна модель даних

- потреби ІС в даних і зв'язки між даними з погляду їх споживачів

Логічна модель даних

- незалежне логічне подання даних

Фізична модель даних

- визначення об'єктів у конкретній БД для конкретної СКБД

Нормалізація відношень

встановлення ФЗ й одержання найкращого з погляду мінімальності подання множини ФЗ

- ❑ Оптимальний варіант БД
- ❑ Забезпечення надійності зберігання
- ❑ Забезпечення обробки даних



Вимоги до НРБД

Мінімальність первинних ключів

Надійність даних

Продуктивність системи

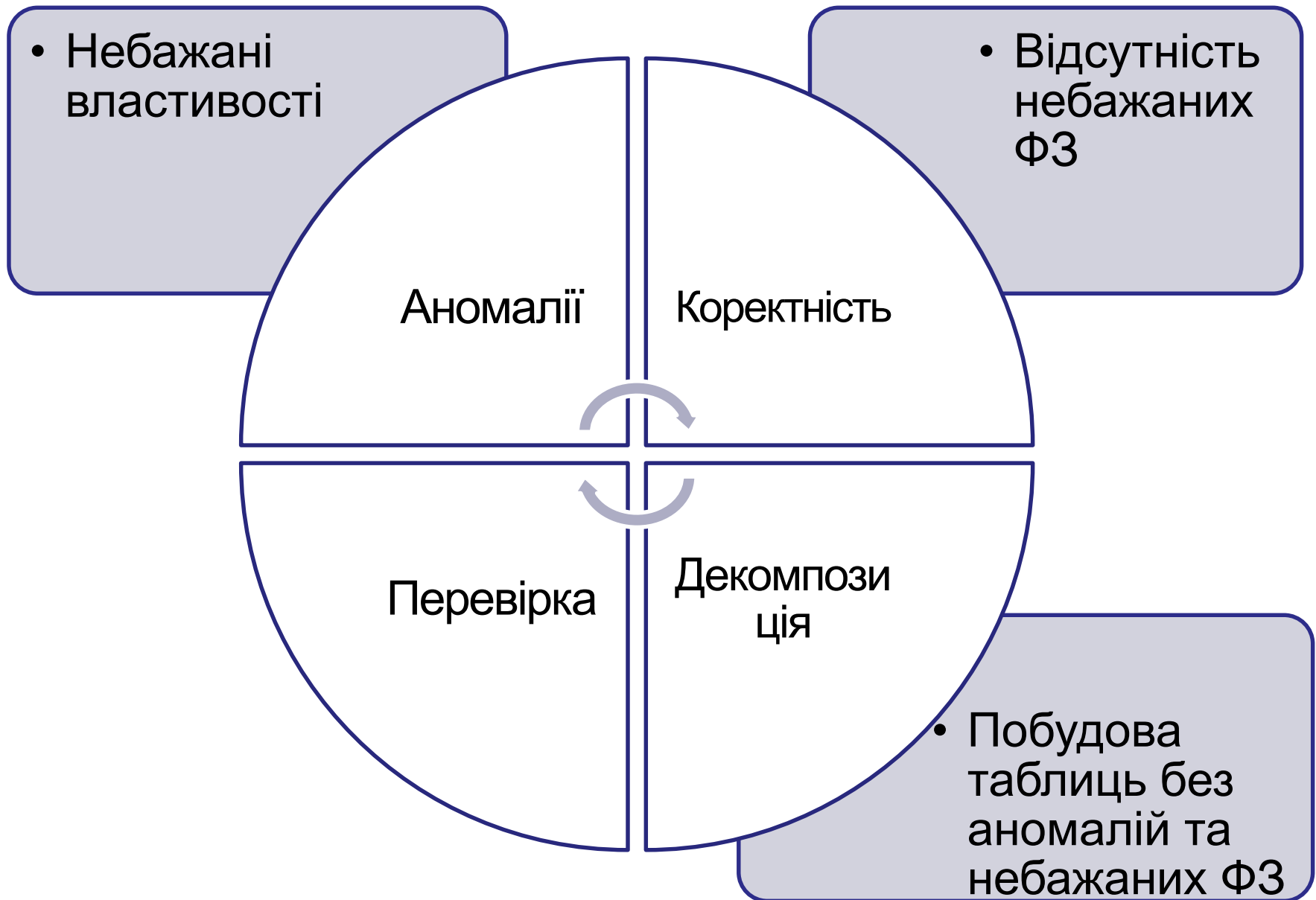
Не суперечливість даних

Гнучкість структури БД

Малий розкид часу реакції на різні запити

Актуальність даних

4.2 Нормальні форми реляційних відношень



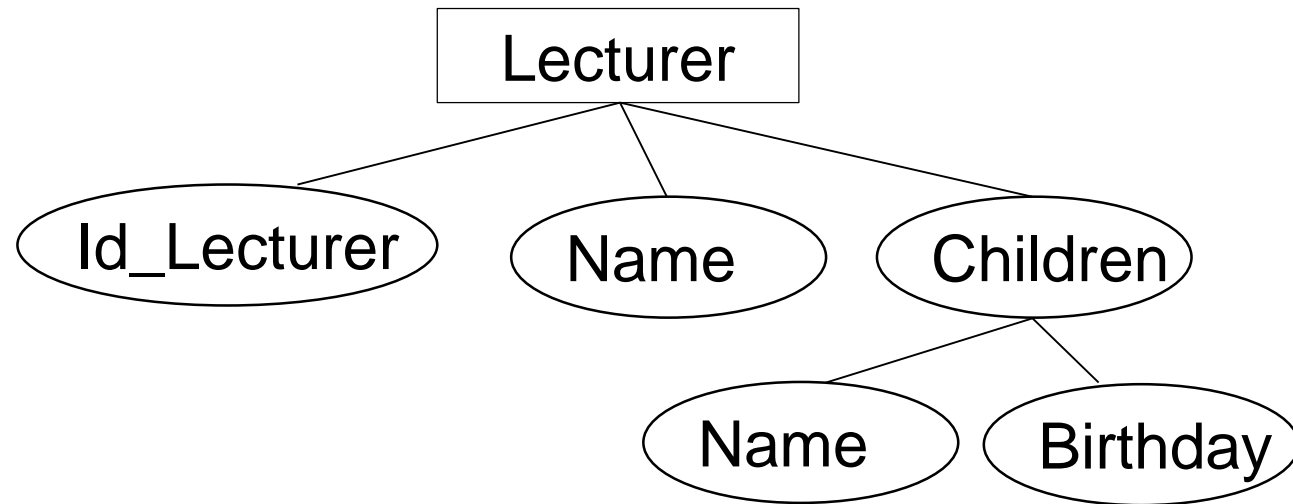
Нормалізація вихідних схем відношень

Процес усунення потенційної суперечливості й надмірності даних у відношеннях

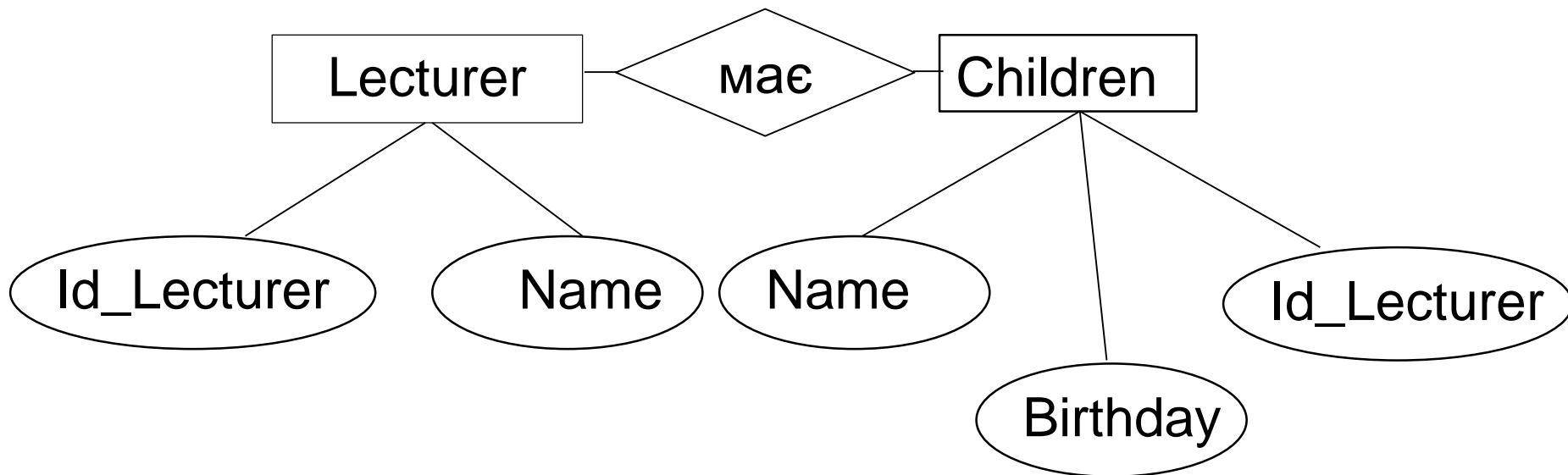
- ❑ кожна наступна НФ у деякому змісті краще попередньої НФ;
- ❑ при переході до наступної НФ властивості попередніх НФ зберігаються

1NF – атомарність атрибутів відношення

Lecturer
<u>Id_Lecturer</u>
Name
Post
Children_Name
Children_Birthday

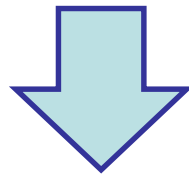


Приклад декомпозиції відношення Lecturer до 1 НФ



Lecturer_Subject_Type

{Id_Lecturer, Post, Pay, Id_Subject, Type}



Lecturer {Id_Lecturer, Post, Pay}

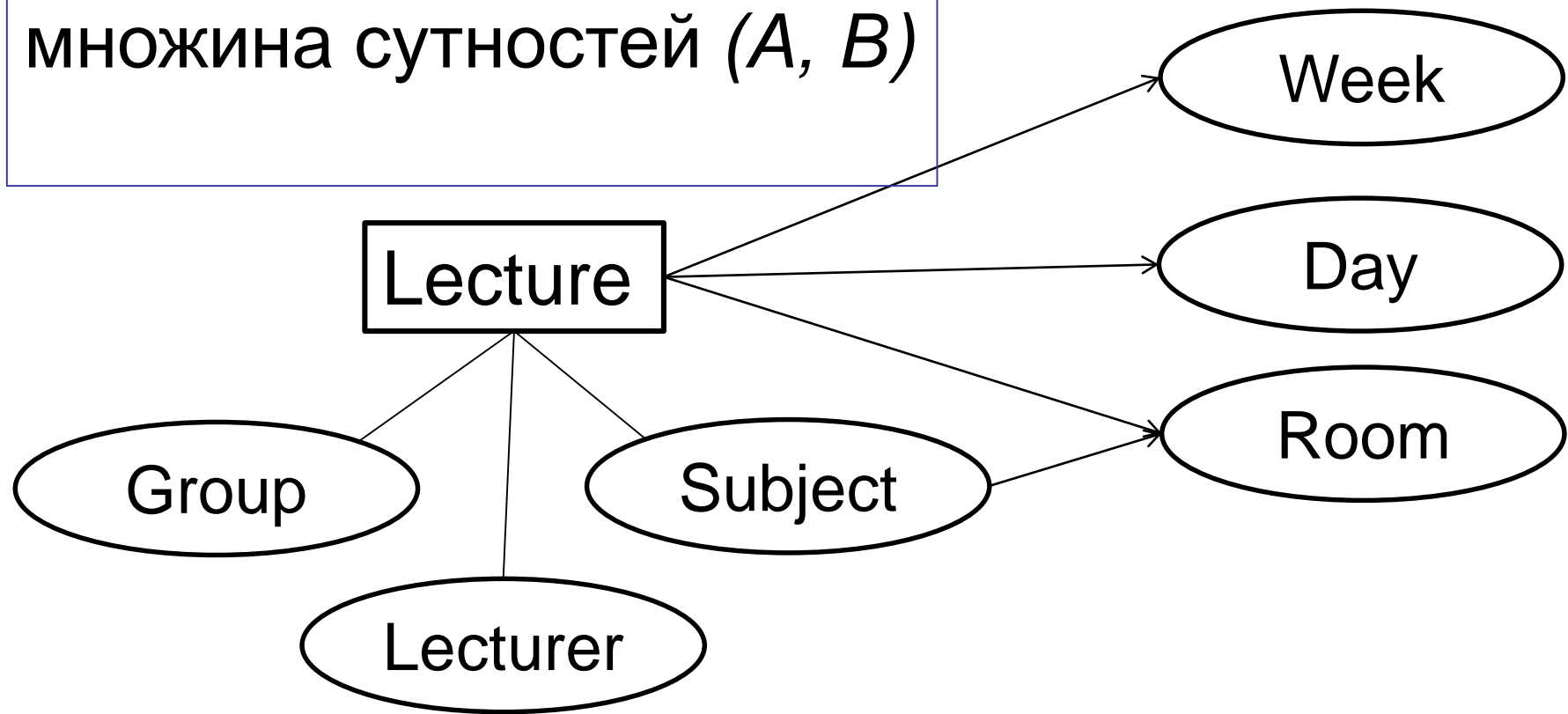
Lecturer_Subject_Type {Id_Lecturer, Id_Subject, Type}

2NF – 1NF + функціонально мінімальна залежність атрибутів від первинного ключа

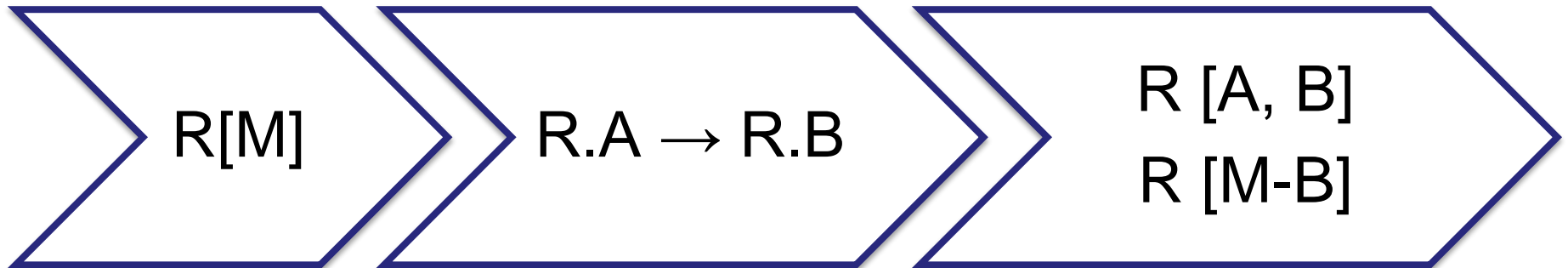
Задано $R(A, B)$ ФЗ $R.A \rightarrow R.B$ називається **повною**, якщо B не залежить функціонально від жодного піднабору, $C \subset B$, що не містить B .

$A \rightarrow B$ 

множина сутностей (A, B)



Теорема Хіта



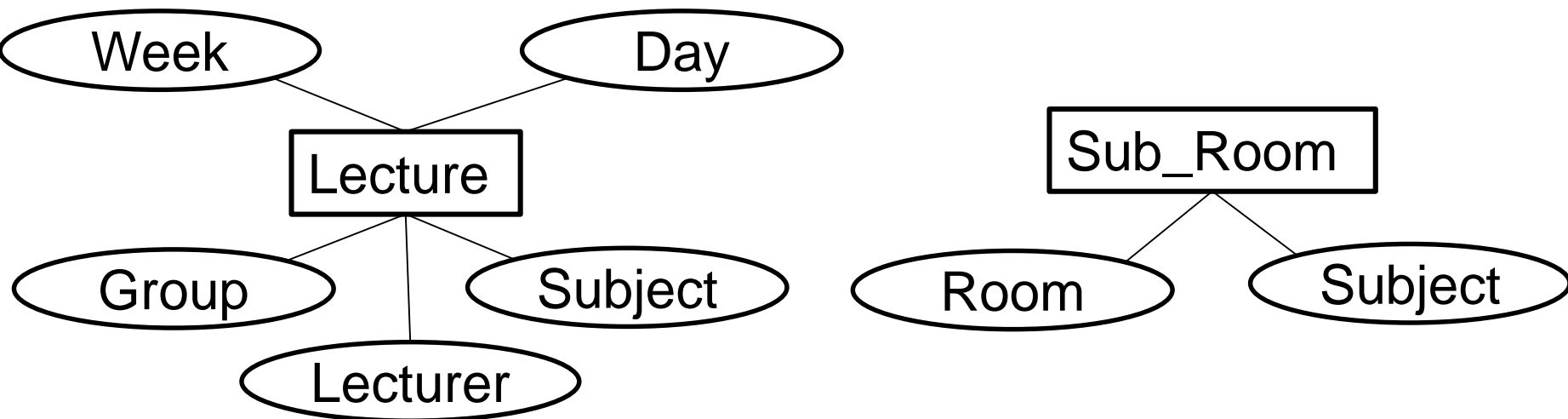
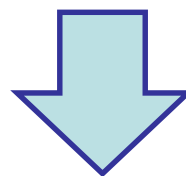
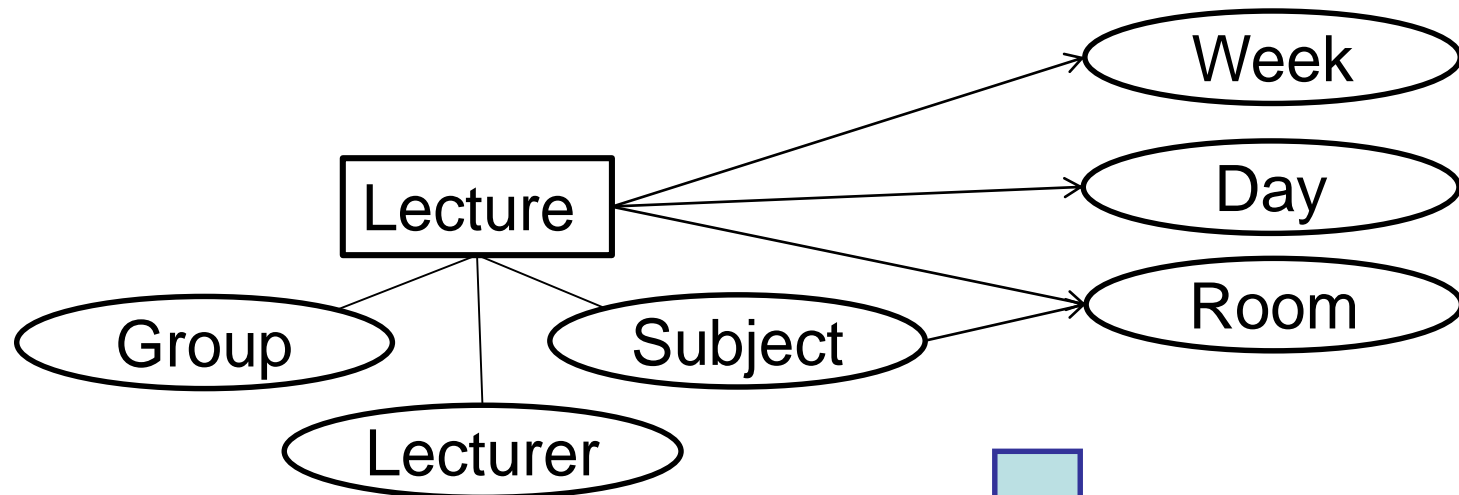
Вимоги до декомпозиції у 2 NF

Отримані РВ є проєкціями початкового РВ

Початкове РВ можна відновити за допомогою операції природного з'єднання без втрат даних;

Під час декомпозиції не втрачаються ФЗ

4.2.2 Друга нормальна форма. Неповні функціональні залежності



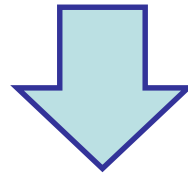
3NF – 2NF + залежність неключових атрибутів тільки від первинного ключа

$R(A, B, C)$

$R.A \rightarrow R.B,$
 $R.B \rightarrow R.C$

$R [A, B]$
 $R [B, C]$

Lecturer {Id_Lecturer, Post, Pay}



Lecturer {Id_Lecturer, Id_Post}

Post {Id_Post, Post, Pay}

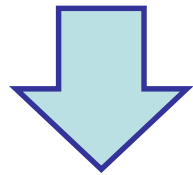
Теорема Риссанена

- необхідні й достатні умови незалежності проєкцій

- проєкції r_1 й r_2 відношення r є незалежними тоді й тільки тоді, коли кожний зв'язок у відношенні r логічно виходить зі зв'язку у r_1 й r_2 ;
- загальні атрибути r_1 й r_2 утворять можливий ключ хоча б для одного з цих відношень.

Lecturer_Subject_Type1

{ Id_Lecturer, Name, Id_Subject, Type }



Lecturer_Name

{ Id_Lecturer, Name }

Lecturer_Subject_Type

{ Id_Lecturer, Id_Subject_Type }

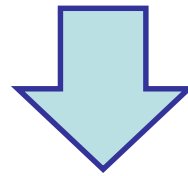
Lecturer_Name

{ Id_Lecturer, Name }

Lecturer_Name_Project_Type

{ Name, Id_Subject, Type }

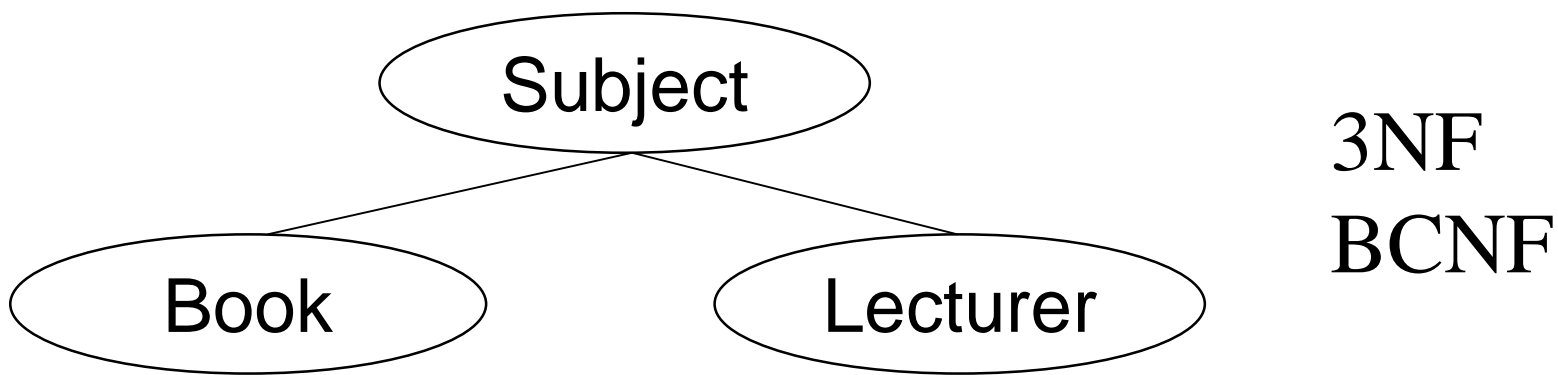
Lecturer_Subject_Type
{Id_Lecturer, Id_Subject, Type}



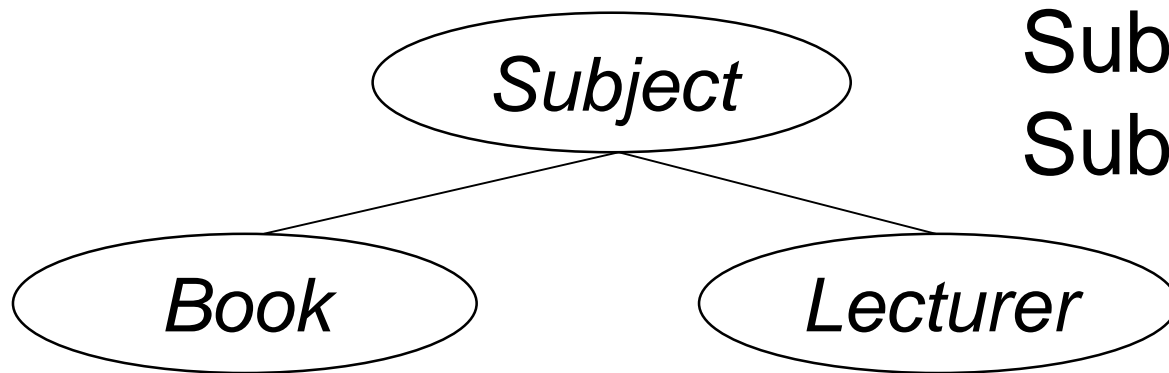
Lecturer_Subject
{Id_Lecturer, Id_Subject}

Lecturer_Type
{Id_Lecturer, Type}

4.2.5 Четверта нормальна форма та багатозначні залежності



Subject	Lecturer	Book
ОБДЗ	Марченко	Основи проектування РБД
ОБДЗ	Марченко	ОБДЗ
ОБДЗ	Марченко	Реалізація БД
ОБДЗ	Гайдабрус	Основи проектування РБД
ОБДЗ	Гайдабрус	ОБДЗ
ОБДЗ	Гайдабрус	Реалізація БД



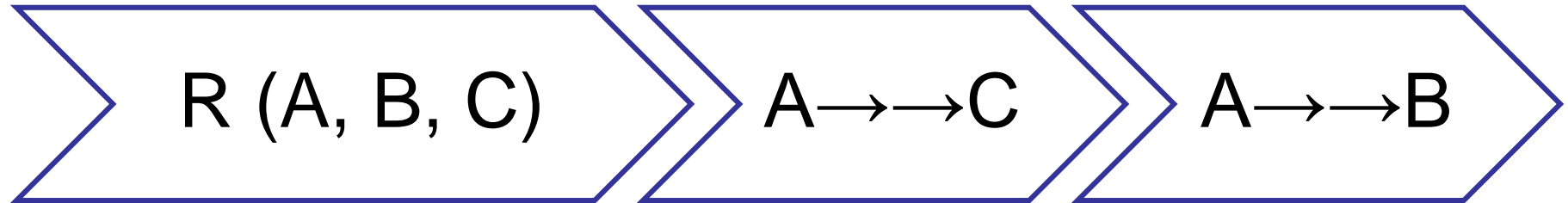
Subject \twoheadrightarrow Lecturer
Subject \twoheadrightarrow Book

Lecturer_Subject_Type
{Id_Lecturer, Id_Subject, Em_Type}

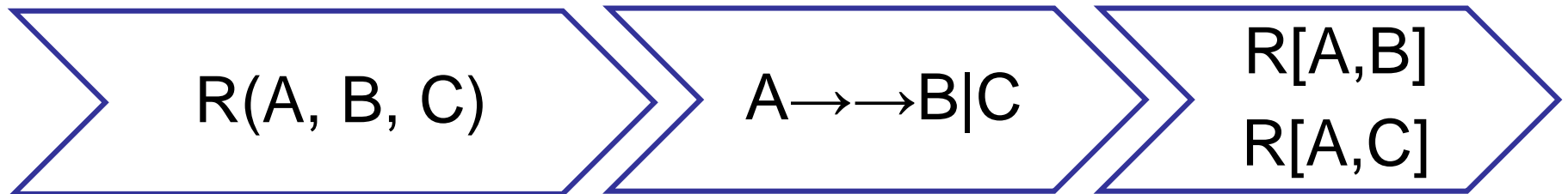
Id_Lecturer \twoheadrightarrow Id_Subject
Id_Lecturer \twoheadrightarrow Type

multi-valued dependency

Лема Фейджина:



Теорема Фейджина:



4NF – 3NF/BCNF + рознесення незалежних багатозначних функціональних зв'язків в окремі відношення з тим самим ключем

$R(A, B, C)$

$R.A \twoheadrightarrow R.B$

$R [A, B]$
 $R [B, C]$

5NF – Проекційно-з'єднувальна нормальна форма: в кожній його нетривіальній залежності за з'єднанням $*(M_1, M_2, \dots, M_n)$ будь-яка множина M_i є можливим ключем R .

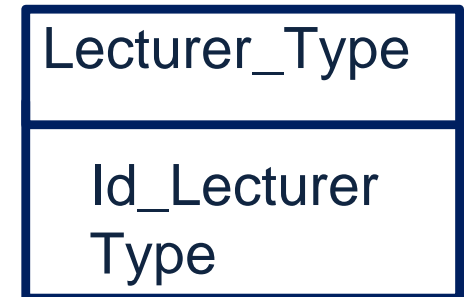
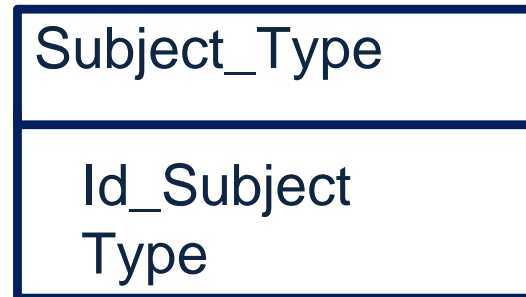
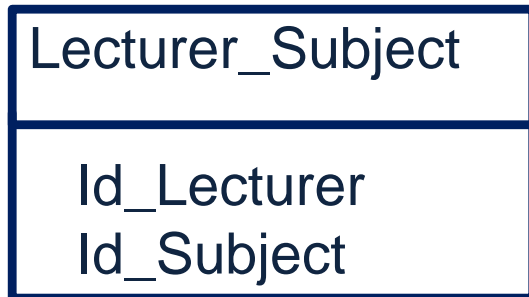
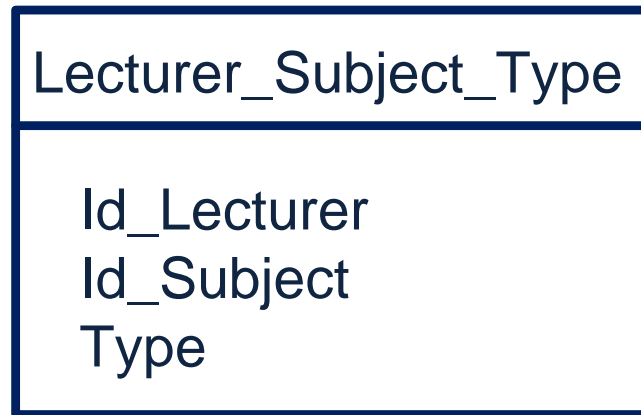
$R(M_1, M_2, \dots, M_n)$

$*(M_1, M_2, \dots, M_n)$ – залежність за з'єднанням

$R = R[M_1] * R[M_2] * R[M_n]$

$M_i=R$ – тривіальна залежність за з'єднанням

4.2.6 П'ята нормальна форма та залежності за з'єднанням



Універсальне відношення $S_0 = \{R = \langle U, G \rangle\}$



$$S_D = \{R_i = \langle U_i, G_i \rangle, i = 1, 2, \dots, n\}$$

Декомпозиція

- $R_1(M_1), R_2(M_2), \dots, R_n(M_n)$
- $R = R_1(M_1) \cup R_2(M_2) \cup \dots \cup R_n(M_n)$
- $R = R[M_i], \quad i = 1, 2, \dots, n$
- $R = R_1(M_1) * R_2(M_2) * \dots * R_n(M_n)$

Еквівалентність за залежностями

$$S_0 = \{R = \langle U, G \rangle\}$$

$$S_D = \{R_i = \langle U_i, G_i \rangle, i = 1, 2, \dots, n\}$$

$$U = \bigcup_{i=1}^n U_i, \quad G^+ = \left(\bigcup_{i=1}^n G_i \right)^+$$

Декомпозиція зі збереженням даних

Studying (Student, Subject, Lecturer)

$\Phi_3: (Student, Subject) \rightarrow Lecturer$
 $Lecturer \rightarrow Subject$



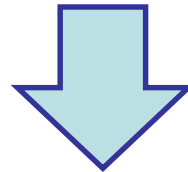
Teaching (Lecturer, Subject)

Discipline (Lecturer, Subject)

Декомпозиція зі збереженням залежностей

Load (Lecturer, Group, Subject, Type)

$\Phi_3: \text{Lecturer} \rightarrow \text{Group}$



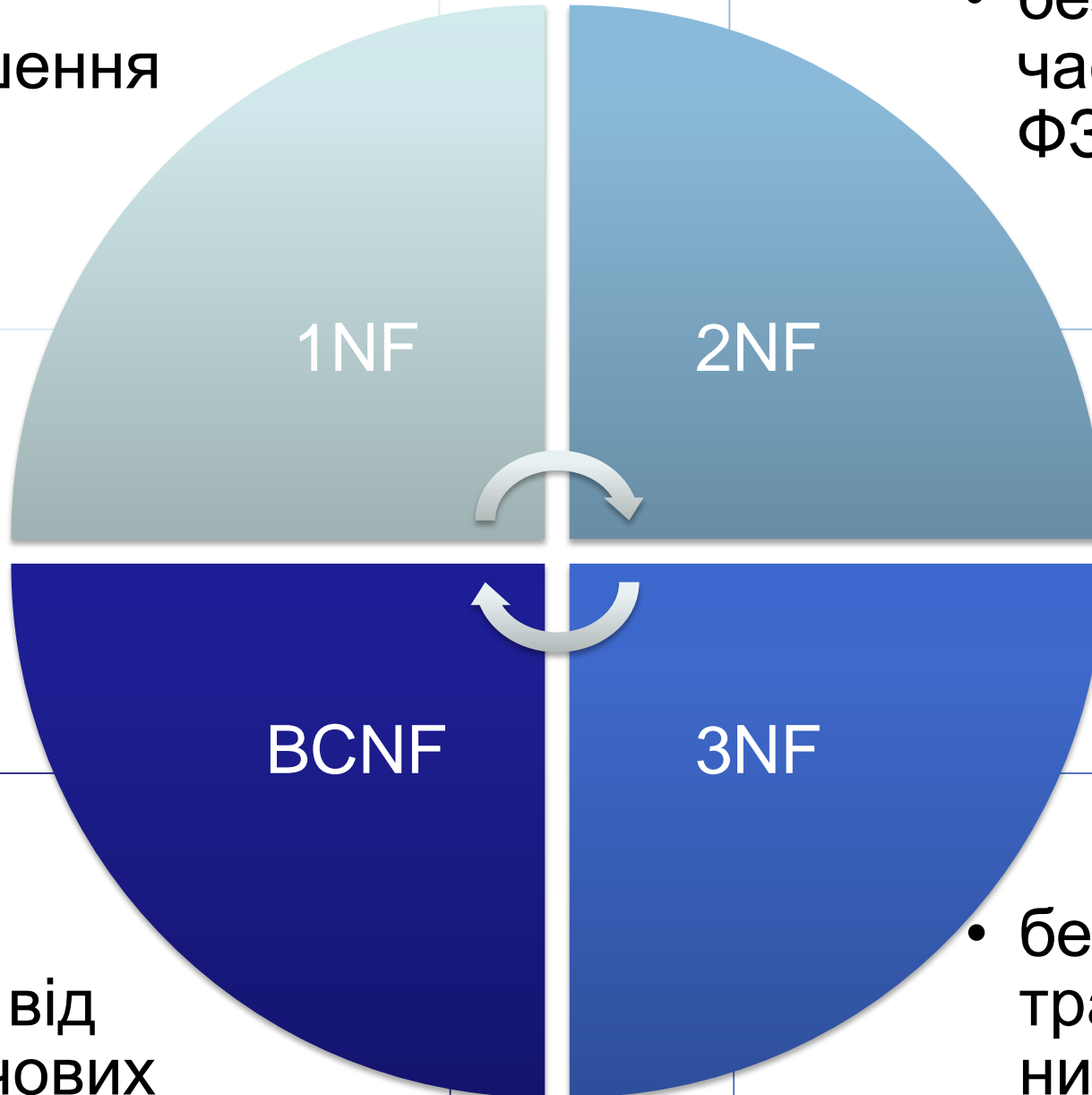
Load (Lecturer, Group)

Discipline (Subject, Type)

Висновки

- прості відношення

- без часткових ФЗ



- без ФЗ ключів від неключових

- без транзитивних ФЗ