

Лекція 2

Модель даних “сутність-зв’язок”

Зміст

- ☐ Елементи E/R-моделі
- ☐ E/R-діаграми
- ☐ Проектування баз даних

Множини сутностей

- База даних: набір сутностей та зв'язків між сутностями
- Тип сутності: абстрактний об'єкт чи концепція
- Сутність: екземпляр типу сутності, який може бути унікально ідентифікований
- Множина сутностей: набір однорідних сутностей
- Атрибут: властивість множини сутностей
 - Кожна сутність в множині має ті ж самі характеристики
- Зв'язок: з'єднання (асоціація) між двома або більшою кількістю множин сутностей

Атрибути

- Домен: набір значень, що можуть бути присвоєні атрибуту
- Типи атрибутів:
 - Простий
 - Складений
 - Однозначний
 - Багатозначний
 - Базовий
 - Похідний

Типи атрибутів

- Простий
 - Атрибут, що складається з одного компонента з незалежним існуванням
- Складений
 - Атрибут, що складається з декількох компонент, кожний з яких характеризується незалежним існуванням

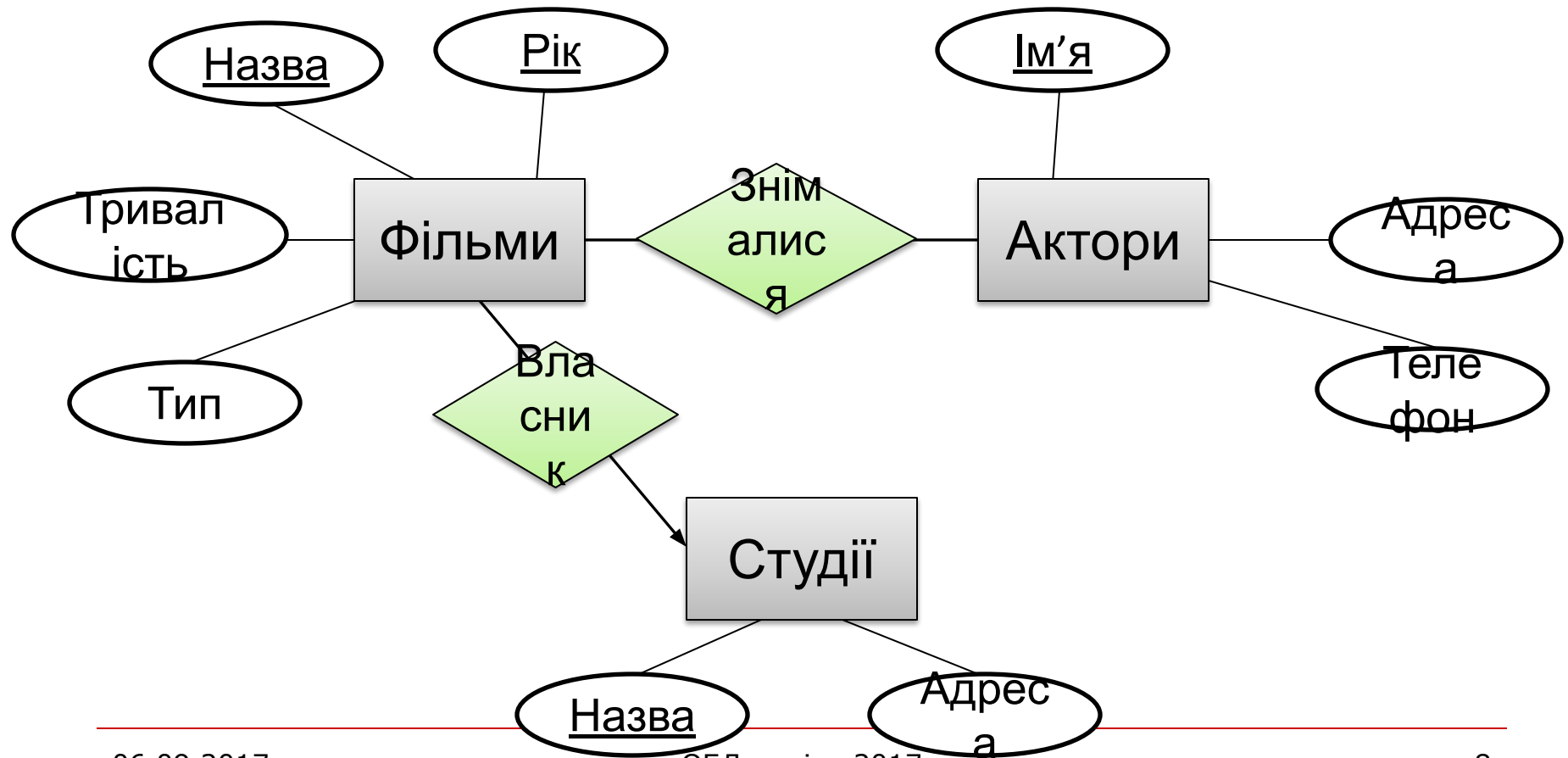
Типи атрибутів

- Однозначний
 - Атрибут, що містить одне значення для однієї сутності
- Багатозначний
 - Атрибут, що містить декілька значень для однієї сутності
- Похідний
 - Атрибут, що містить значення, похідне від значення зв'язаного з ним атрибуту або деякої множини атрибутів, що належать деякій множині сутностей (не обов'язково цій)

Е/R діаграми

- Множини сутностей: прямокутники
- Атрибути: овали
- Зв'язки між множинами сутностей: ромби

Приклад E/R діаграми



Екземпляри E/R діаграми

- Приклад набору даних множини сутностей Фільми

Назва	Тривалість	Тип
King Kong	100	B&W
King Kong	187	Color
King Kong	134	Color

Екземпляри E/R діаграми

- Приклад набору даних множини сутностей Фільми

Назва	Рік	Тривалість	Тип
King Kong	1933	100	B&W
King Kong	2005	187	Color
King Kong	1976	134	Color

Екземпляри E/R діаграми

- Приклад набору даних множини сутностей Фільми

Назва	Рік	Тривалість	Тип
Live Free or Die Hard	2007	130	Color
I, Robot	2004	115	Color
Six-String Samurai	1998	91	Color
Who Framed Roger Rabbit	1988	104	Color
Transformers	2007	144	Color

Множина даних зв'язків

- Поточне “значення” множини сутностей – множина екземплярів сутностей, що відповідає їй
 - Наприклад: множина всіх акторів у базі
- “Значення” множини даних зв'язків – множина списків зв'язаних екземплярів сутностей, по одній з кожної зв'язаної множини сутностей

Множина даних зв'язків

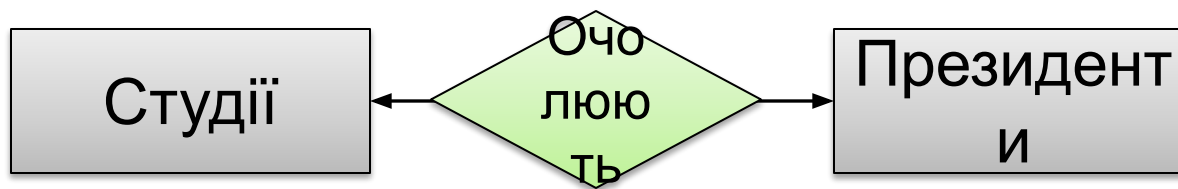
□ Приклад зв'язку Знімалися

Фільми	Рік	Актори
Live Free or Die Hard	2007	Kevin Smith
Transformers	2007	Shia LaBeouf
I, Robot	2004	Shia LaBeouf
Live Free or Die Hard	2007	Bruce Willis
I, Robot	2004	Will Smith

Ступінь зв'язків

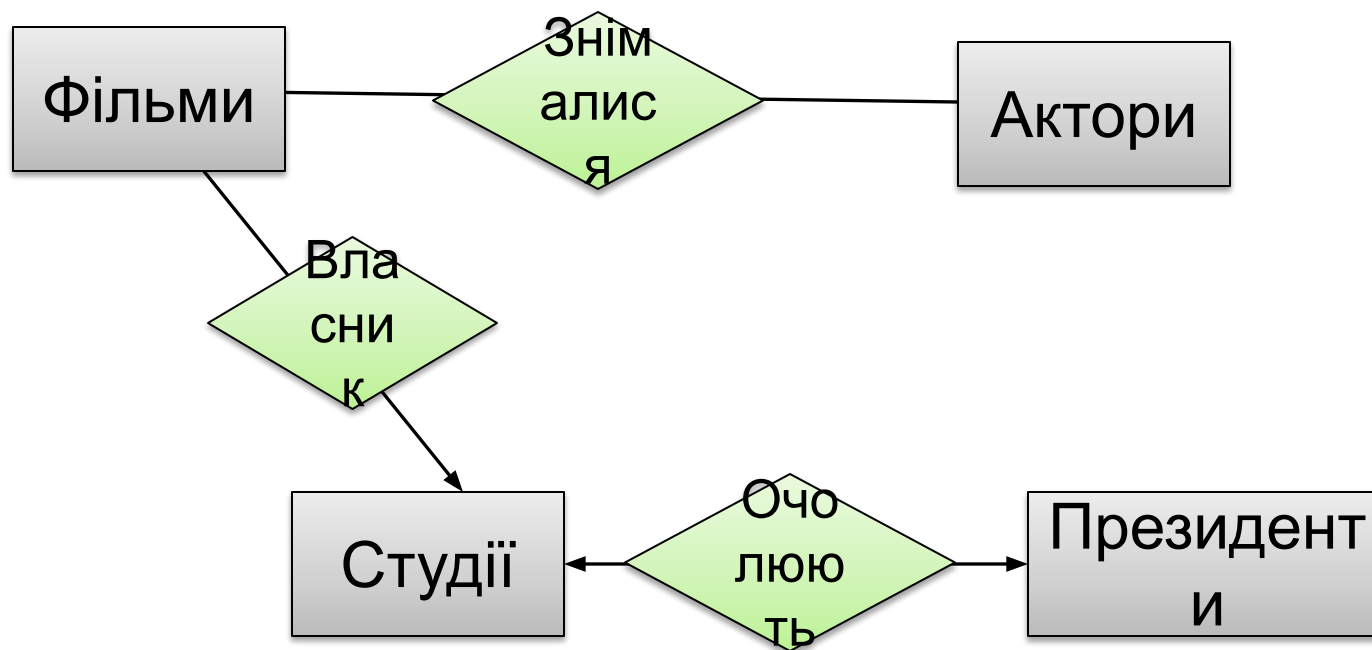
- Сутності, з'єднані деяким зв'язком, називаються учасниками цього зв'язку
- Кількість учасників зв'язку визначається самим зв'язком і називається степенем даного зв'язку
- Бінарні зв'язки: з'єднують дві множини сутностей
- Багатосторонні зв'язки: з'єднуються більше ніж дві множини сутностей

Бінарний зв'язок

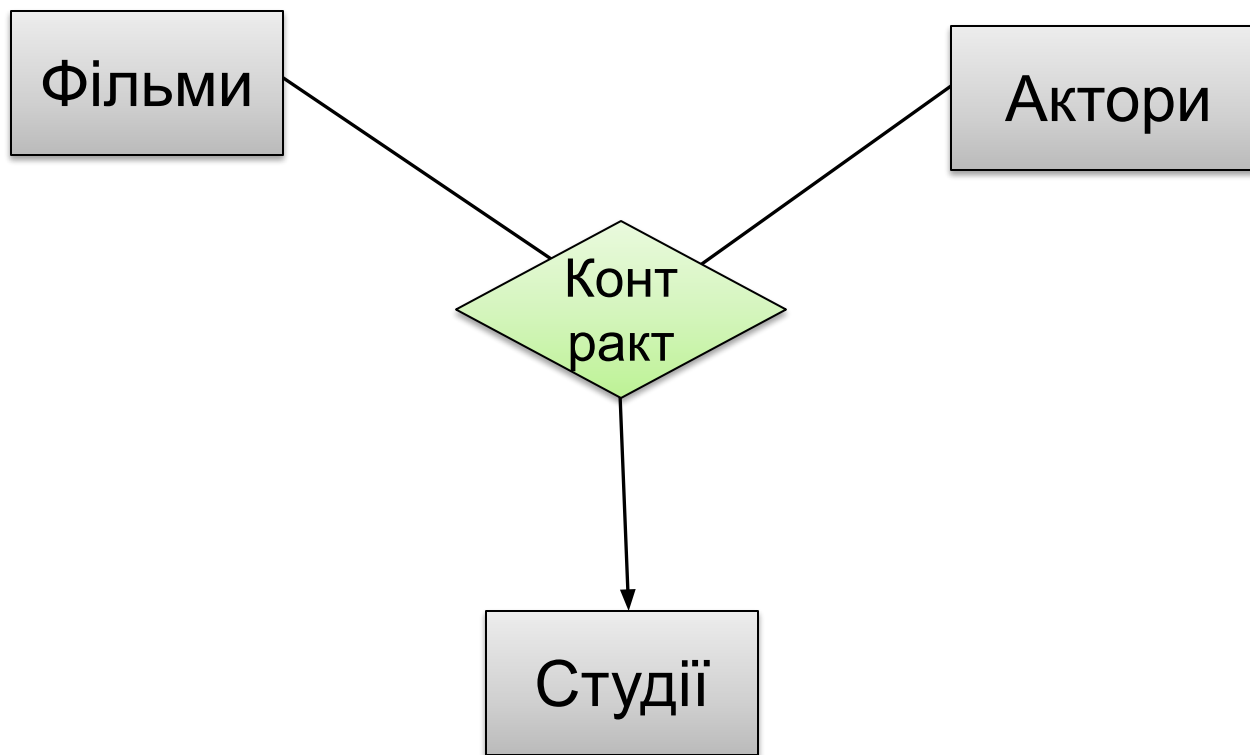


Набір бінарних зв'язків

- Всі множини сутностей з'єднані між собою



Тернарний зв'язок



Множина даних тернарного зв'язку

Студії	Фільми	Рік	Актори
DreamWorks SKG	Transformers	2007	Shia LaBeouf
Amblin Entertainment	Who Framed Roger Rabbit	1988	Christopher Lloyd
Amblin Entertainment	Back to the Future	1985	Christopher Lloyd
Brandenberg	Rosencrantz & Guildenstern Are Dead	1990	Gary Oldman
Cheyenne Enterprises	Live Free or Die Hard	2007	Bruce Willis
Brandenberg	Rosencrantz & Guildenstern Are Dead	1990	Tim Roth
Cheyenne Enterprises	Live Free or Die Hard	2007	Kevin Smith
Canlaws Productions	I, Robot	2004	Will Smith
Canlaws Productions	I, Robot	2004	Shia LaBeouf
06.09.2017 Medusa Produzione	ОБД - осінь 2017 The Legend of 1900	1998	18 Tim Roth

Кратність зв'язків (кардинальність)

- Кількість екземплярів сутності, з якими може бути асоційована якась сутність через зв'язок
- Типи зв'язків
 - Багато-до-одного (один-до-багатьох)
 - Один-до-одного
 - Багато-до-багатьох
- Нехай R – зв'язок, що з'єднує множини сутностей E і F

Зв'язок "багато-до-одного"

- Кожна сутність множини E через зв'язок R може бути з'єднана не більш ніж одною сутністю з F , то кажуть, що R – зв'язок типу "багато-до-одного", направлений від E до F .
- Кожна сутність множини F допускає з'єднання з багатьма (0, 1, 2...) сутностями множини E .
- Наприклад: кожний фільм належить одній студії, але студія володіє правами на багато фільмів. Тому зв'язок "Власник" – зв'язок типу "багато-до-одного"

Зв'язок "один-до-багатьох"

- Кожна сутність множини F через зв'язок R може бути з'єднана не більш ніж одною сутністю з E , то R – зв'язок типу "багато-до-одного", але направлений від F до E .
- Якщо R від F до E типу "багато-до-одного", то R – зв'язок типу "один-до-багатьох" у напрямку від E до F .

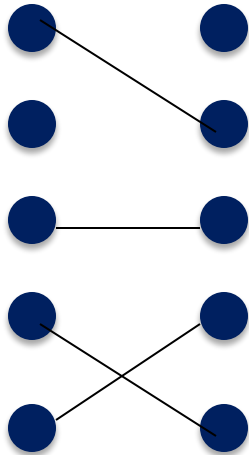
Зв'язок типу "один-до-одного"

- Якщо зв'язок R в обох напрямках, від F до E і від E до F , відноситься до типу "один-до-багатьох", ажуть, що R – зв'язок типу "один-до-одного".
- Кожна сутність множини E допускає з'єднання не більше ніж з одною (0,1) сутністю множини F і навпаки.
- Наприклад: кожний президент очолює тільки одну студію, а кожна студія може керуватися тільки одним президентом.

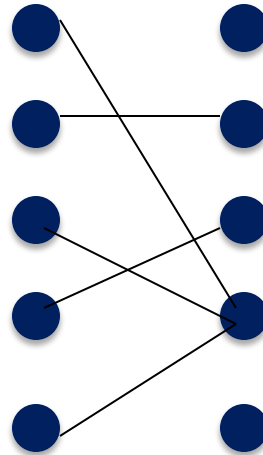
Зв'язок "багато-до-багатьох"

- Якщо зв'язок R в обох напрямках – ні від E до F і ні від F до E – не відноситься до типу "один-до-багатьох", то R – зв'язок "багато-до-багатьох".
- Кожна сутність будь-якої множини може бути з'єднана з багатьма сутностями з іншої множини.
- Наприклад: у фільмі знімається багато акторів, і актор може грати ролі у багатьох фільмах. Зв'язок "Знімалися" відноситься до типу "багато-до-багатьох".

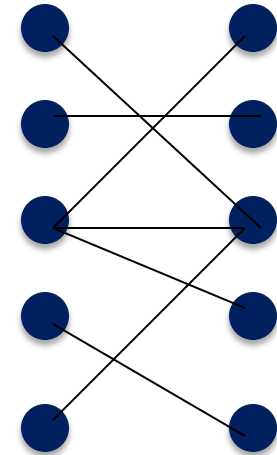
Кратність зв'язків



one-one



many-one



many-many

Представлення кратності

- Один-до-одного: стрілка з кожного боку зв'язку
- Один-до-багатьох: стрілка на стороні "один"

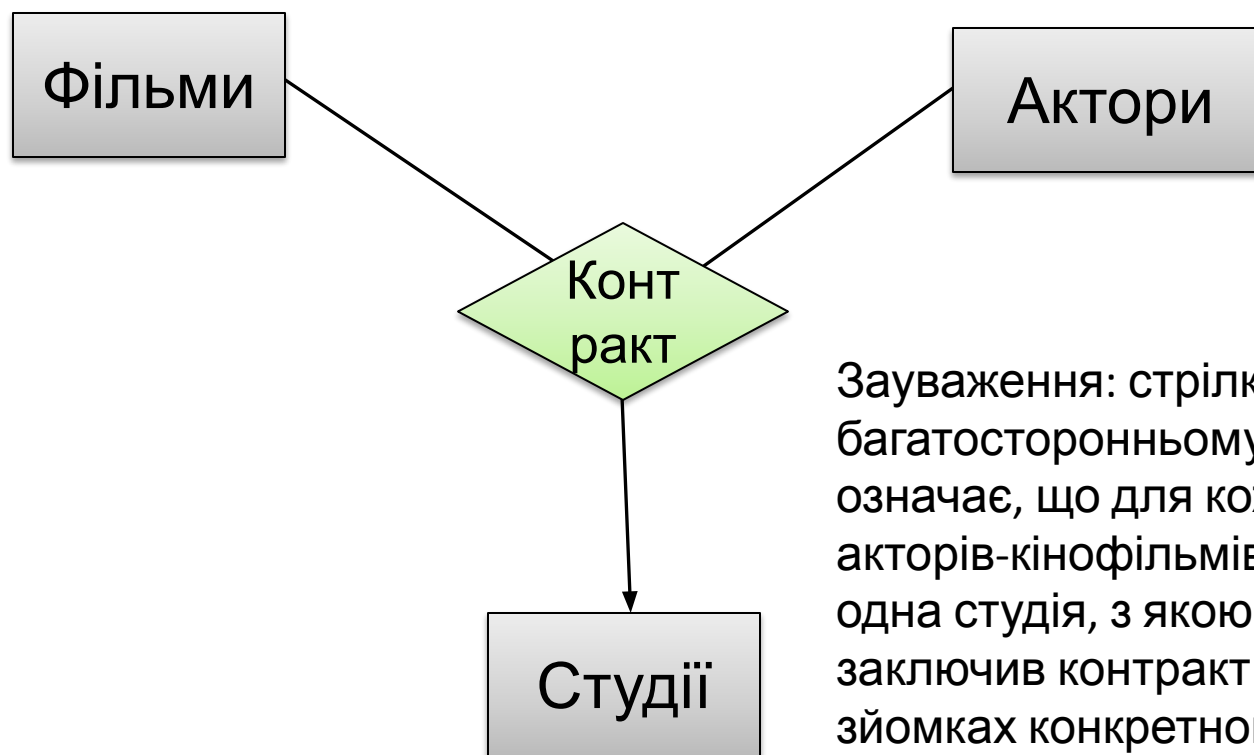
Ступінь участі

- Участь сутності у зв'язку може бути або **необов'язковою**, або **обов'язковою**.
- Участь сутності **необов'язкова**, якщо один екземпляр сутності не вимагає наявності відповідного екземпляра сутності в окремому зв'язку.
- Участь сутності у зв'язку **обов'язкова**, якщо один екземпляр сутності обов'язково вимагає відповідного екземпляра сутності в окремому зв'язку.

Ступінь участі



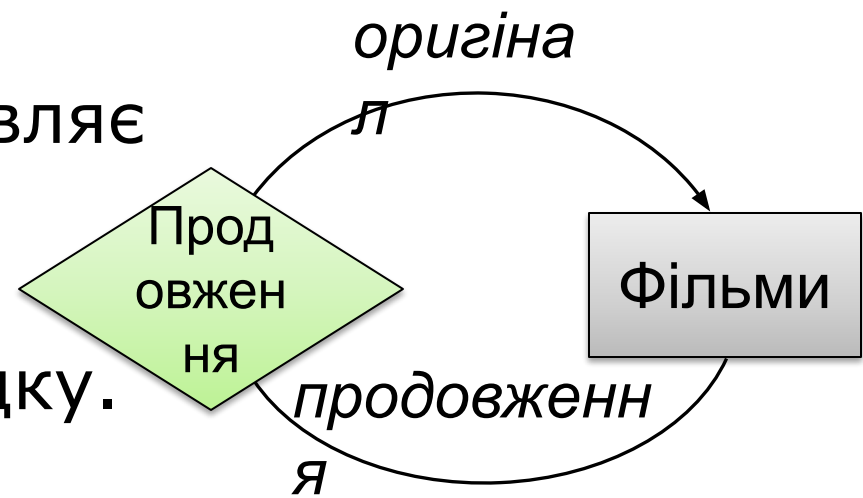
Зв'язок "багато-до-одного"



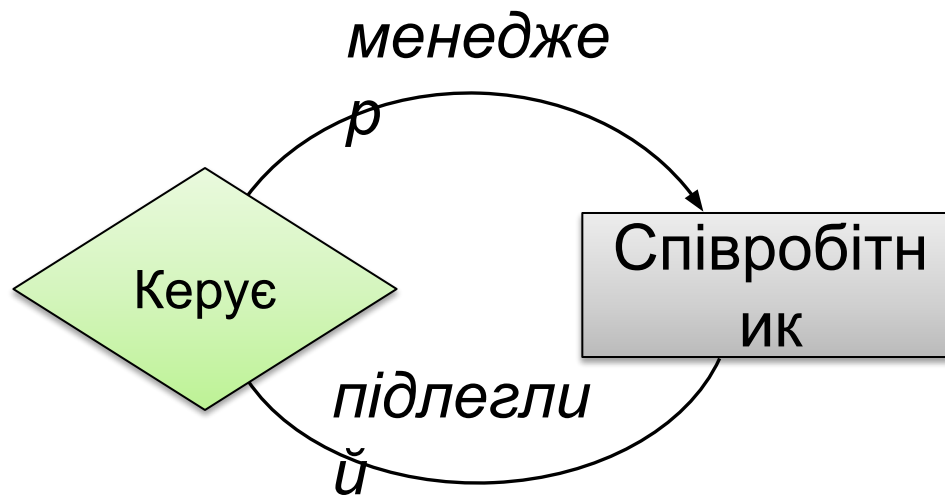
Зауваження: стрілка в багатосторонньому зв'язку означає, що для кожної пари акторів-кінофільмів існує тільки одна студія, з якою даний актор заключив контракт на участь в зйомках конкретного кінофільму.

Зв'язки і ролі

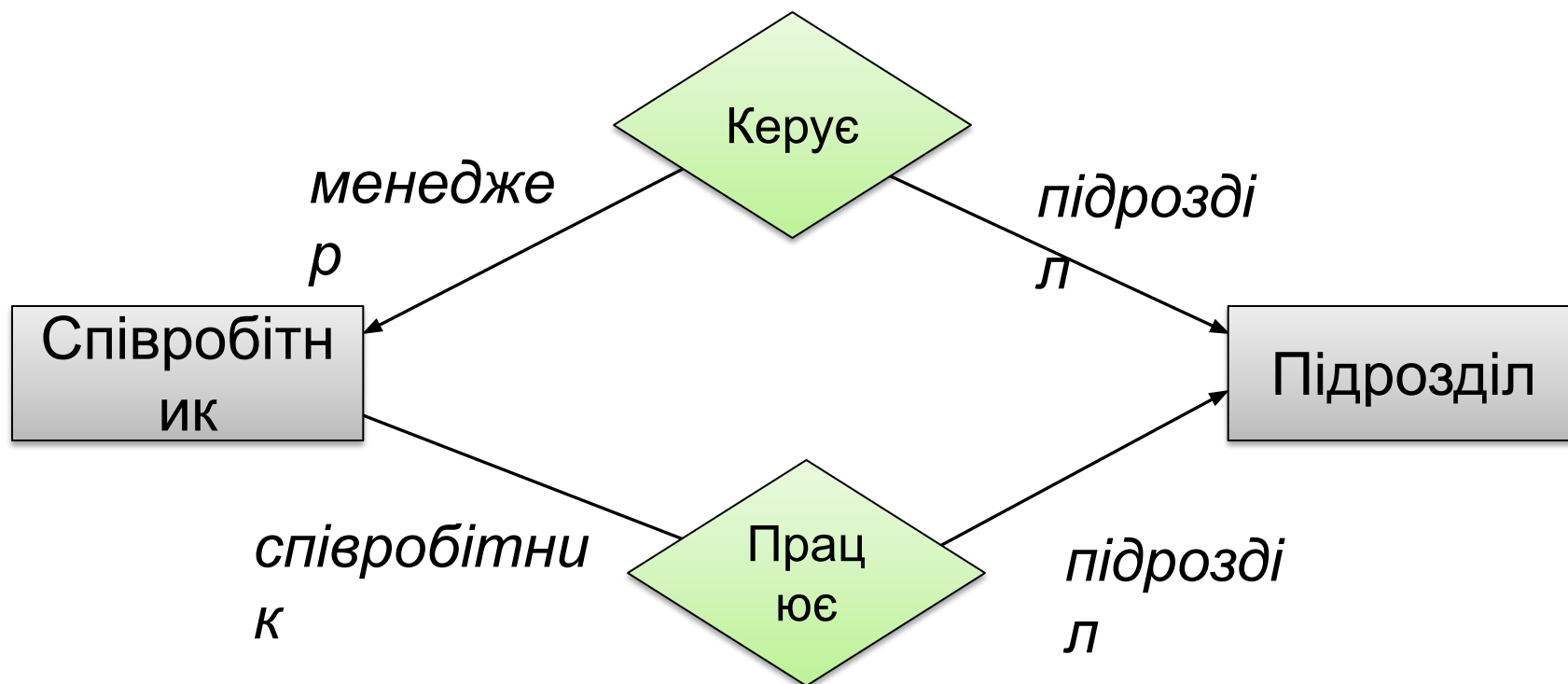
- Можлива ситуація, коли одна й та сама множина сутностей згадується в контексті одного зв'язку декілька разів.
- На діаграмі задається стільки ліній, з'єднуючих зв'язок з множиною сутностей, скільки треба.
- Кожна лінія представляє окрему *роль*, в якій множина виступає в конкретному випадку.



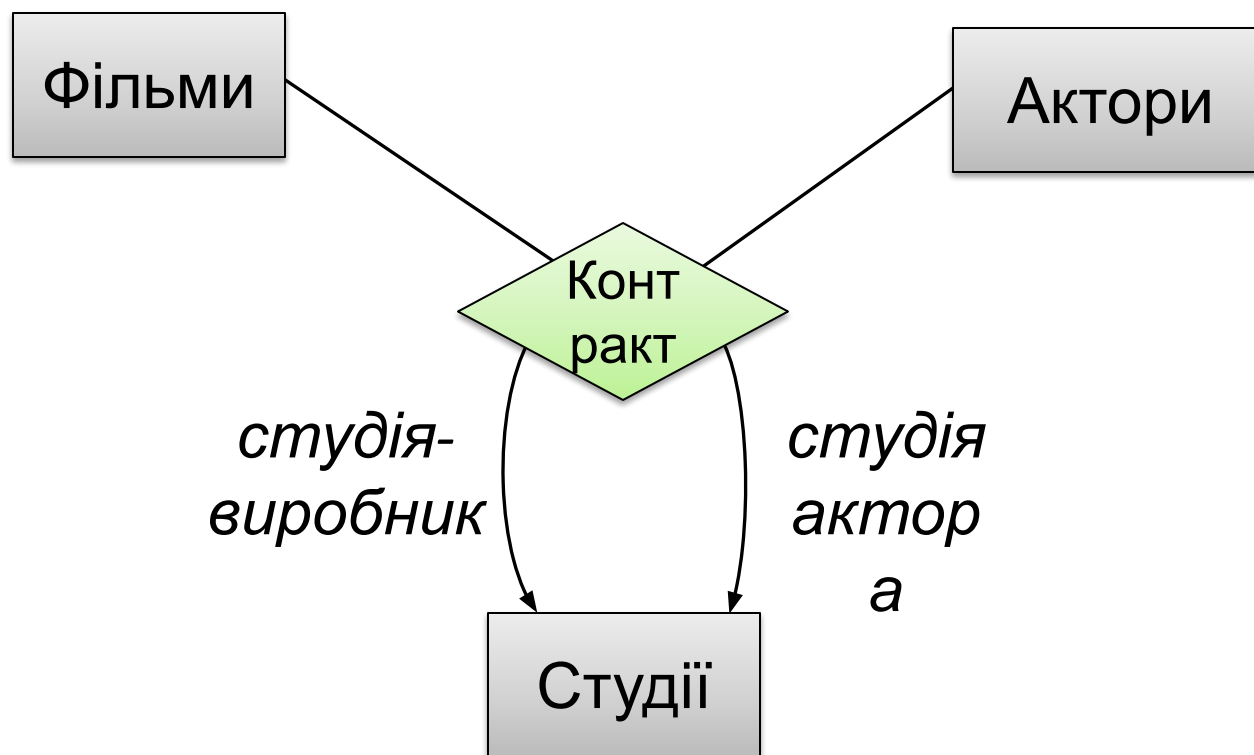
Зв'язки і ролі



Зв'язки і ролі



Зв'язки і ролі

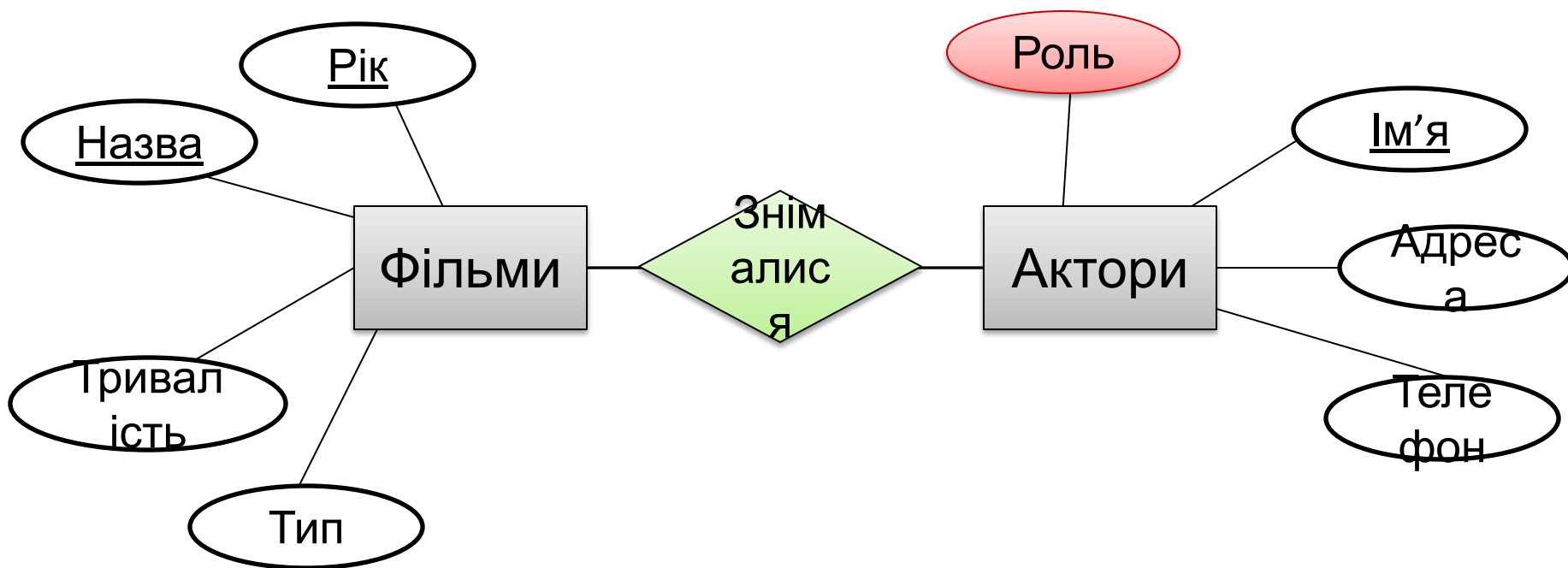


Зв'язки та атрибути

- Зв'язки можуть мати свої власні атрибути
- Атрибут: властивість зв'язку
 - На діаграмі представляється так само як і атрибут множини сутностей - овалом
- Наприклад: яку роль грав актор у фільмі

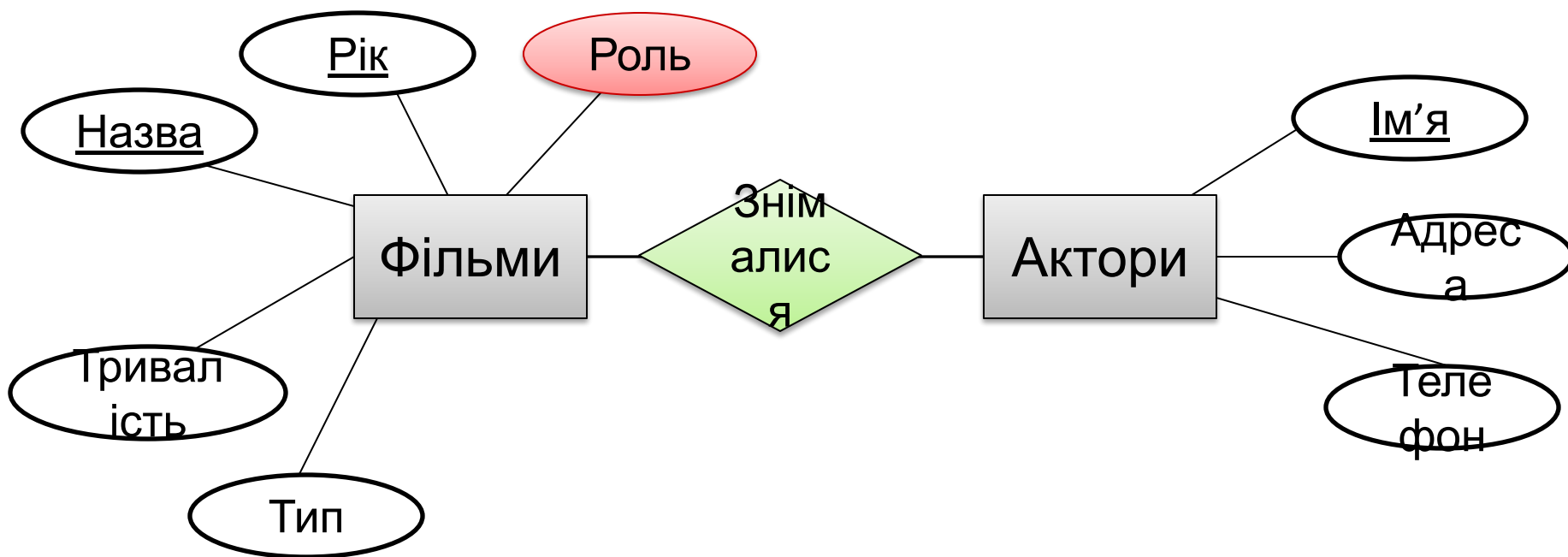
Зв'язки та атрибути

- У всіх фільмах актор грає одну й ту саму роль

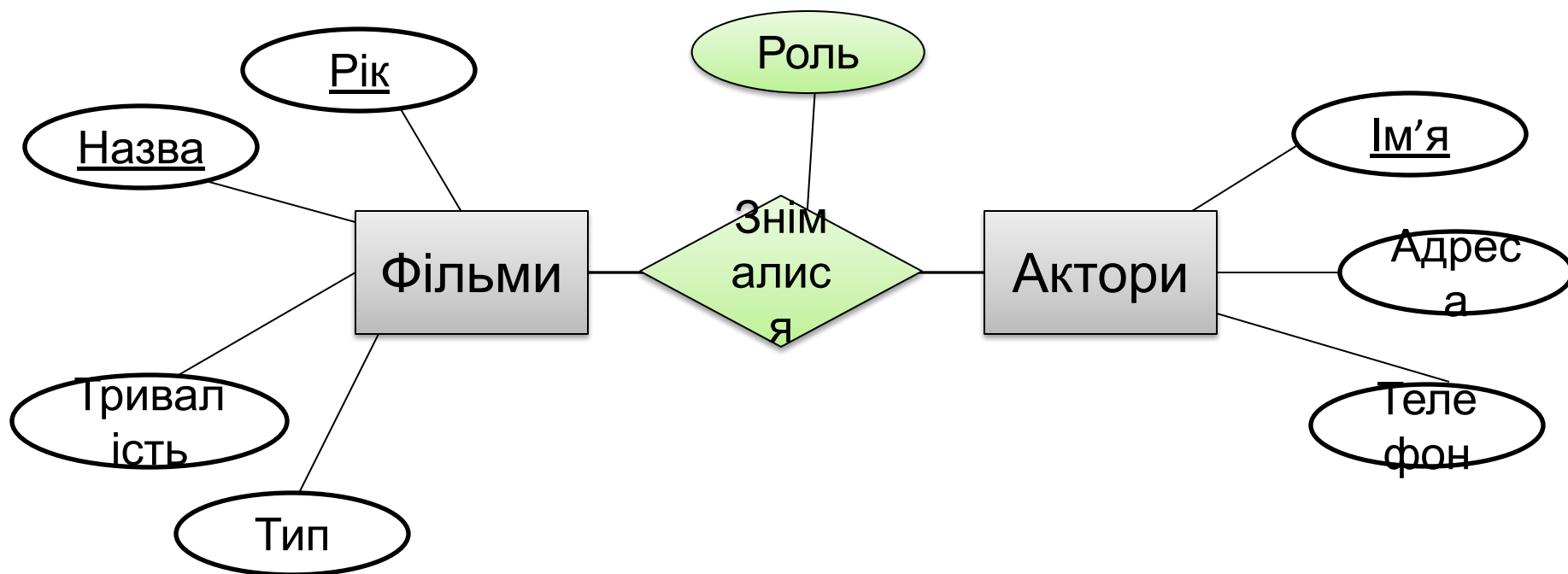


Зв'язки та атрибути

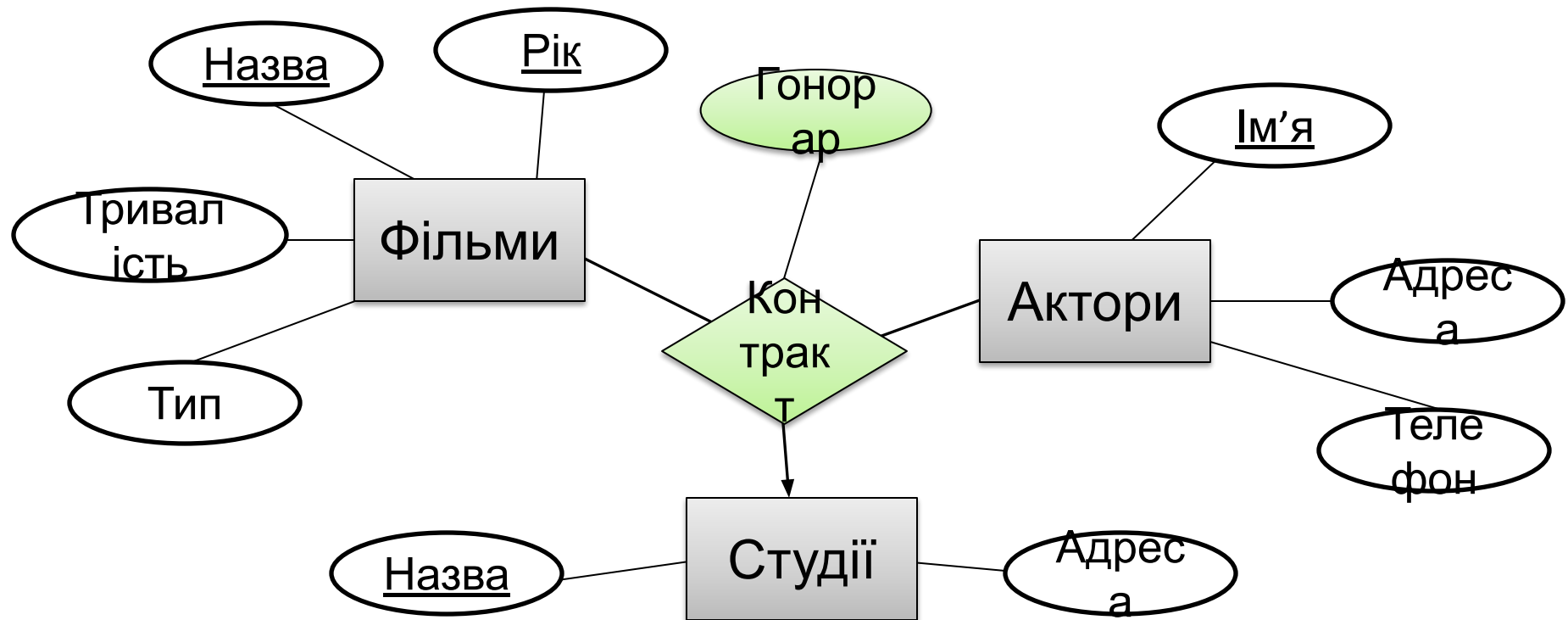
- У кожному фільмі всі актори грають одну й ту саму роль



Зв'язки та атрибути



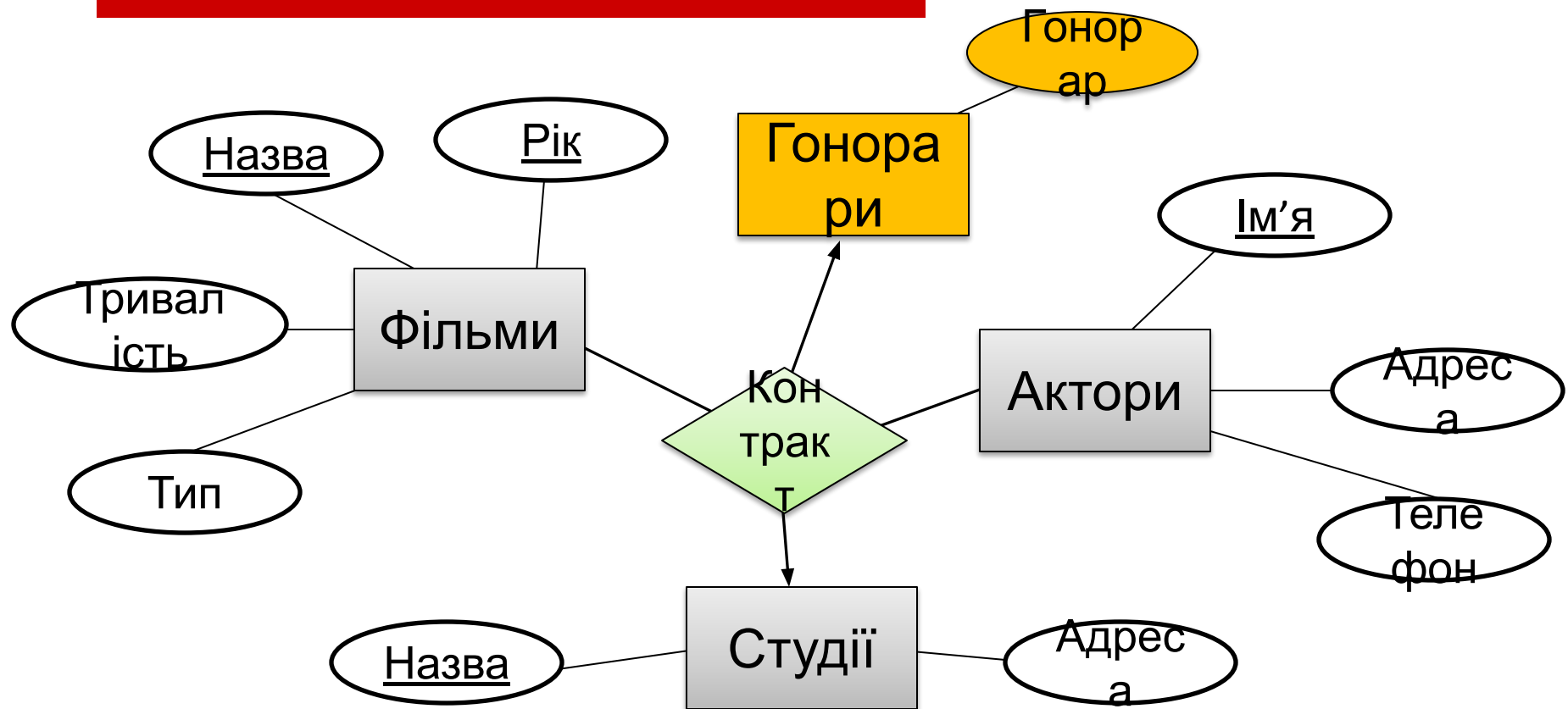
Зв'язки та атрибути



Зв'язки та атрибути

- Інший спосіб моделювання:
 - додати до діаграми нову множину сутностей, що представляє значення атрибуту зв'язку
 - з'єднати цю множину зі зв'язком і знищити атрибут зв'язку.

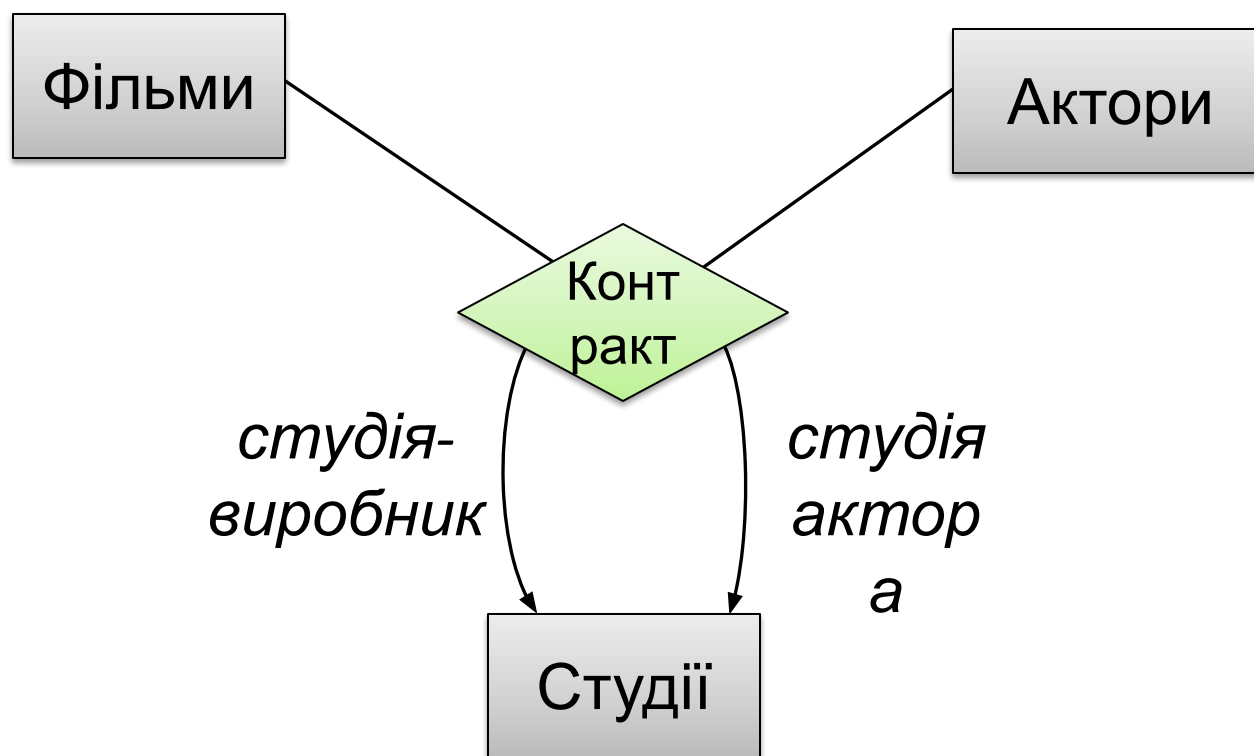
Еквівалентна діаграма без атрибуту зв'язку



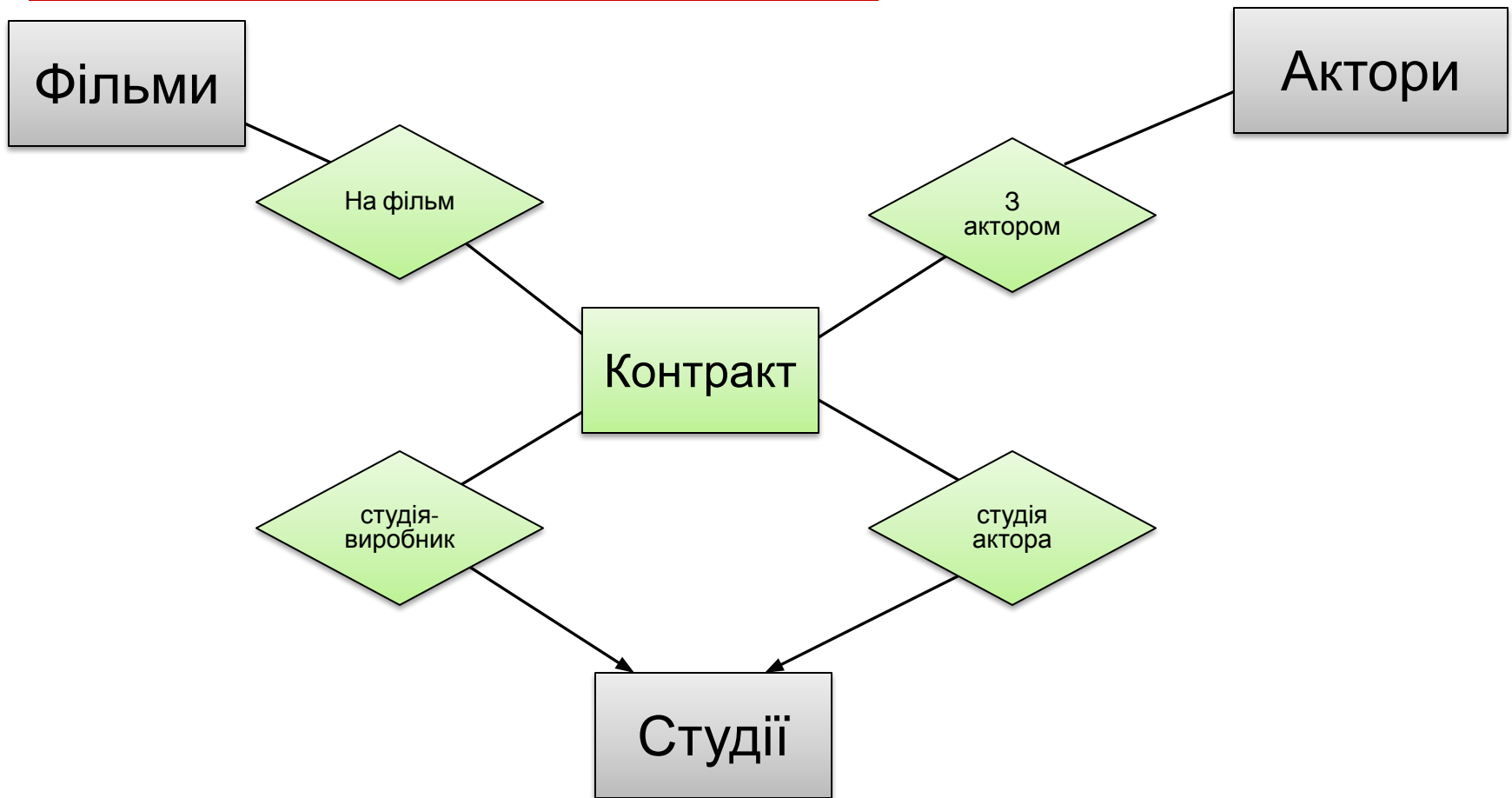
Перетворення багатосторонніх зв'язків в бінарні

- До діаграми додається нова *з'єднуюча множина сутностей*, елементи якої є *кортежами* множини даних для даного зв'язку.
- До діаграми додаються зв'язки типу "один-до-багатьох", що сполучають з'єднуючу множину сутностей з кожною з множин сутностей, елементи яких служать компонентами кортежів множини даних для вихідного багатостороннього зв'язку.

Багатосторонній зв'язок



З'єднуюча множина сутностей



Підкласи в E/R-моделі

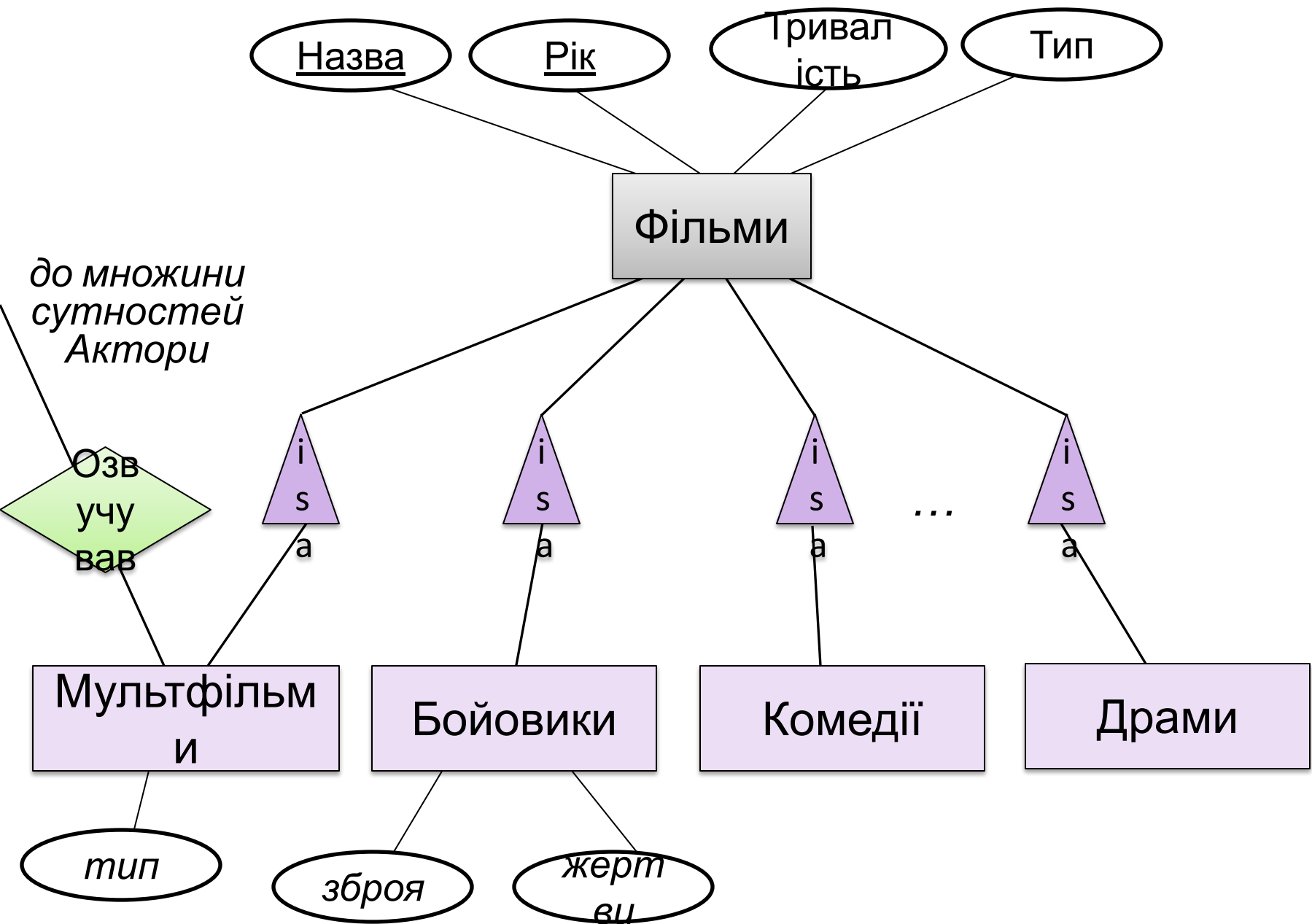
- Особливі випадки – деякі сутності мають додаткові властивості, не притаманні іншим елементам множини сутностей
- Спеціальні множини сутностей – *підкласи* із власними наборами атрибутів та/або зв'язків
- Зв'язки ISA (is-a)
 - на діаграмі представляється трикутником, одна з сторін якого з'єднується з підкласом, а протилежна вершина – з базовим класом

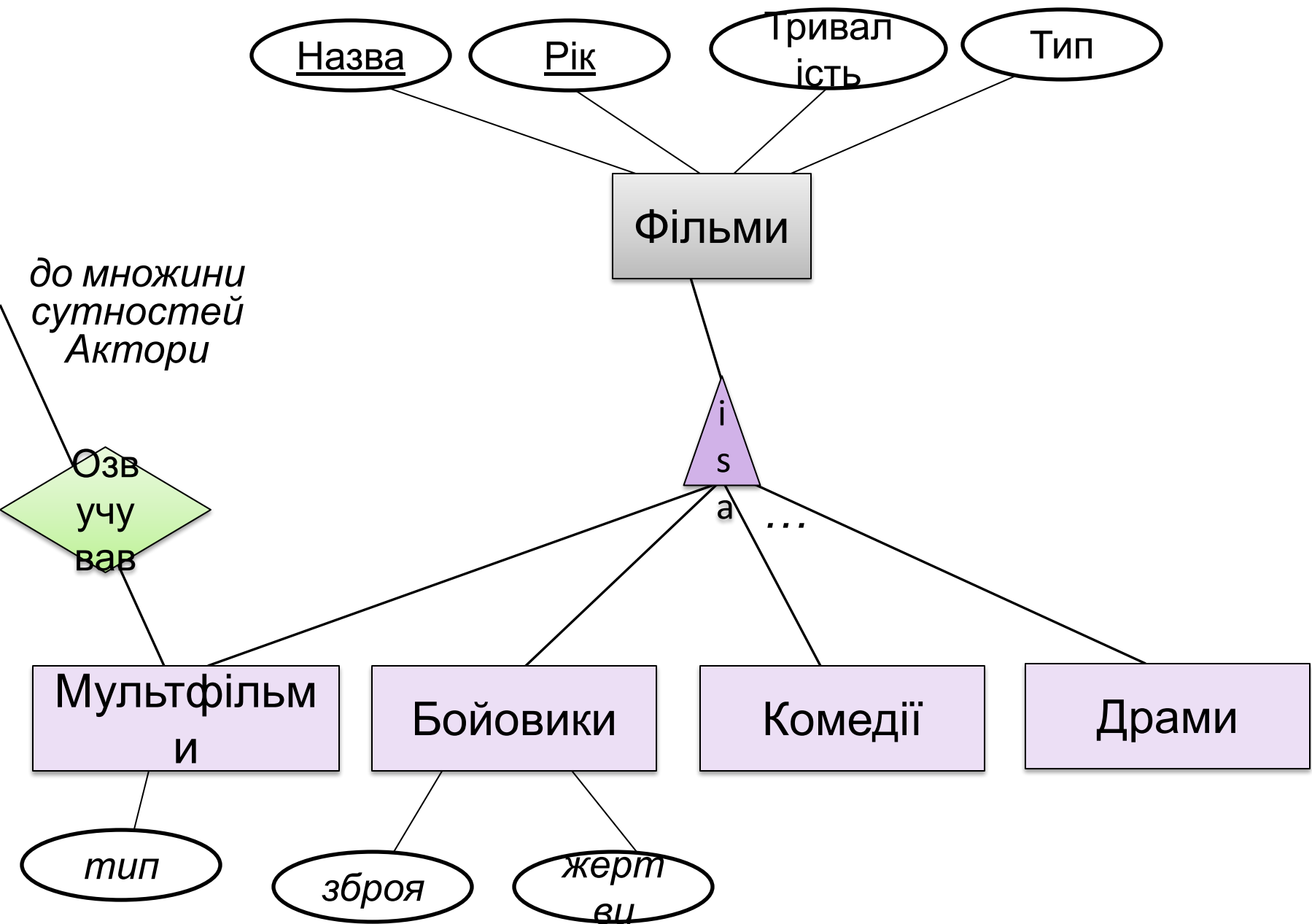
Підкласи в E/R-моделі

- **Тип сутності суперклас** – це тип сутності, що містить одну або кілька допоміжних сукупностей його сутностей, які мають бути зображені в моделі даних.
- **Тип сутності підклас** – допоміжна сукупність сутностей деякого типу сутності (суперклас), що має бути зображена в моделі даних.

Підкласи в E/R-моделі

- Сутність типу сутності підклас є сутністю відповідного типу сутності суперклас, тобто вона зображує той самий об'єкт реального світу, що й тип сутності суперклас; тому тип сутності підклас успадковує атрибути й типи зв'язків типу сутності суперклас, а також може мати власні атрибути й типи зв'язків (іноді їх називають специфічними, або локальними).





Підкласи в E/R-моделі

Успадкування

- Розрізняють одиничне (single) і множинне успадкування (multiple inheritance).
- Одиничне успадкування означає: тип сутності підклас має рівно один тип сутності суперклас і успадковує атрибути й типи зв'язків саме даного типу сутності суперклас.

Підкласи в Е/Р-моделі

Успадкування

- Тип сутності, що є типом сутності підклас кількох типів сутностей суперклас, називається спільним типом сутності підклас (shared entity type sub-class) даних типів сутностей суперклас. Це означає, що його елемент має бути елементом усіх типів сутностей суперклас, для яких він є типом сутності підклас. У даному випадку до спільного типу сутності підклас застосовується множинне успадкування, за якого атрибути й типи зв'язків типів сутностей суперклас успадковуються даним спільним типом сутності підклас.

Спеціалізація типів сутностей

- ❑ **Спеціалізація/Уточнення (*specialization*)** представляє собою низхідний підхід до визначення множини суперкласів і зв'язаних з ними підкласів.
- ❑ Це процес підкреслення відмінностей між сутностями типу сутності (потенційного типу сутності суперклас) шляхом виділення їх особливих характеристик
- ❑ Множина підкласів визначається на основі деяких відмінних характеристик окремих сутностей суперкласу.

Генералізація типів сутностей

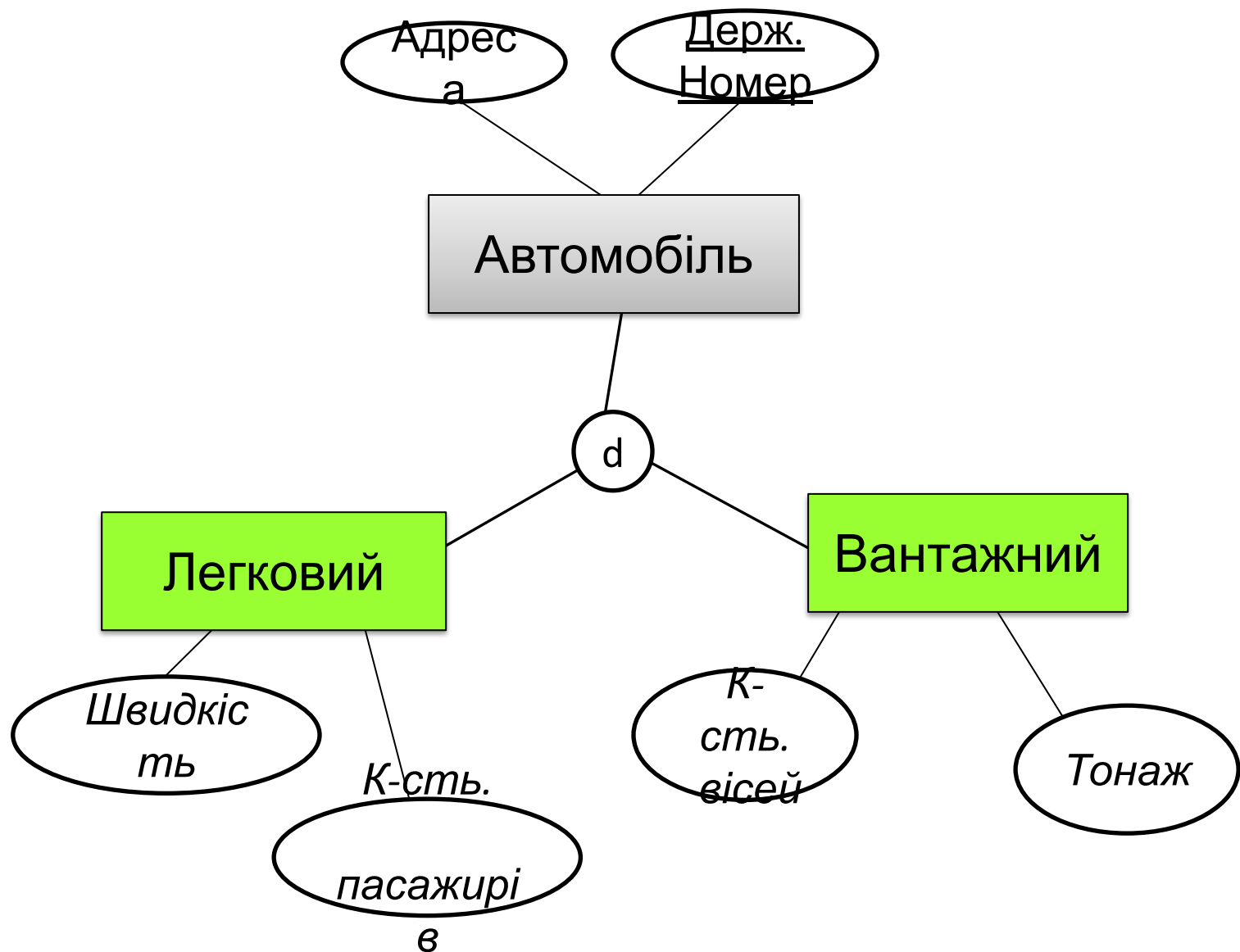
- **Генералізація/Узагальнення (*generalization*)** представляє собою висхідний підхід, що дозволяє створювати суперклас на основі різних вихідних підкласів.
- Процес генералізації можна розглядати як протилежний спеціалізації.
- Це процес прибирання відмінностей між сутностями типів сутностей (потенційних типів сутностей підклас) шляхом виділення їх спільних характеристик.

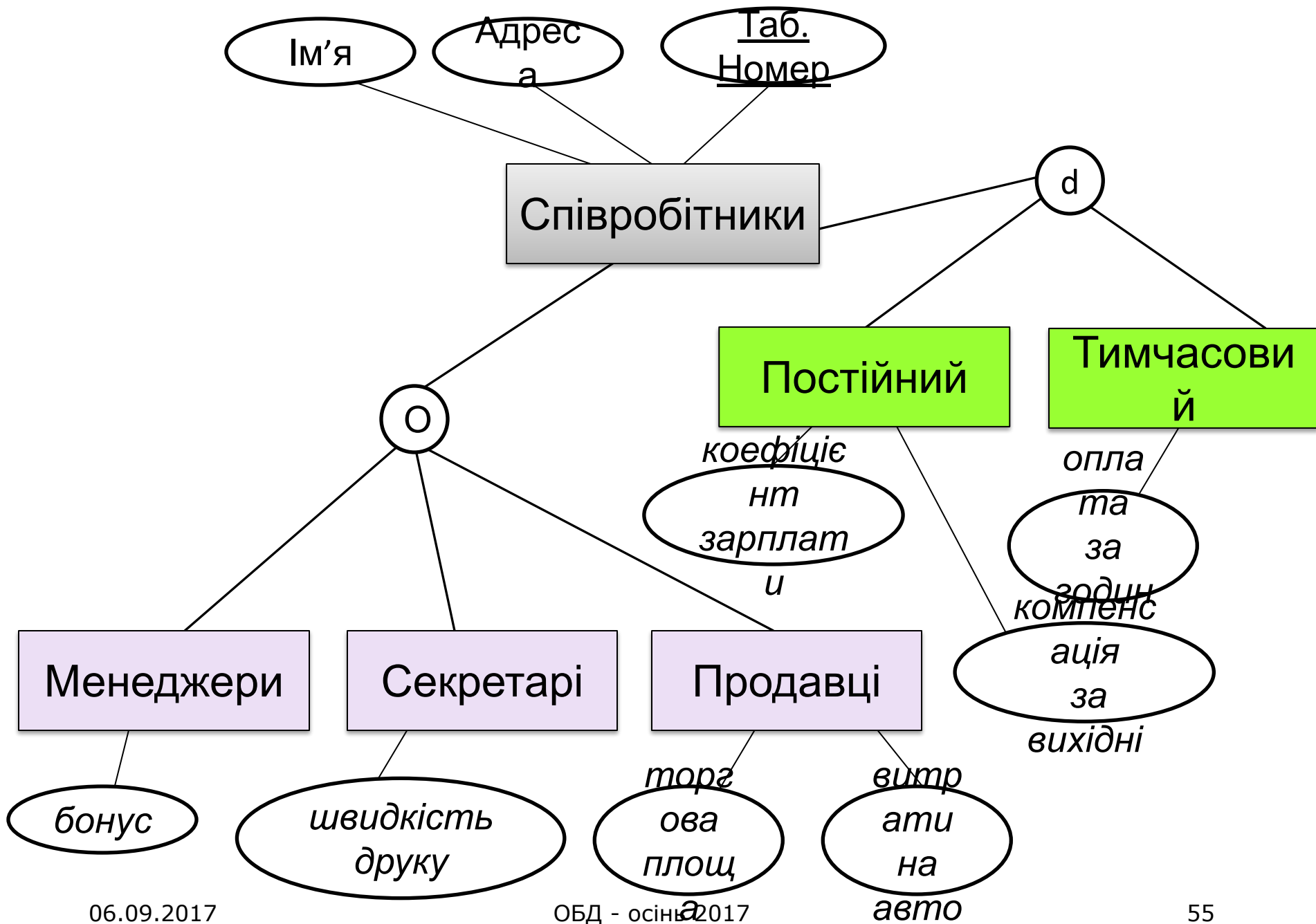
Обмеження спеціалізації та генералізації

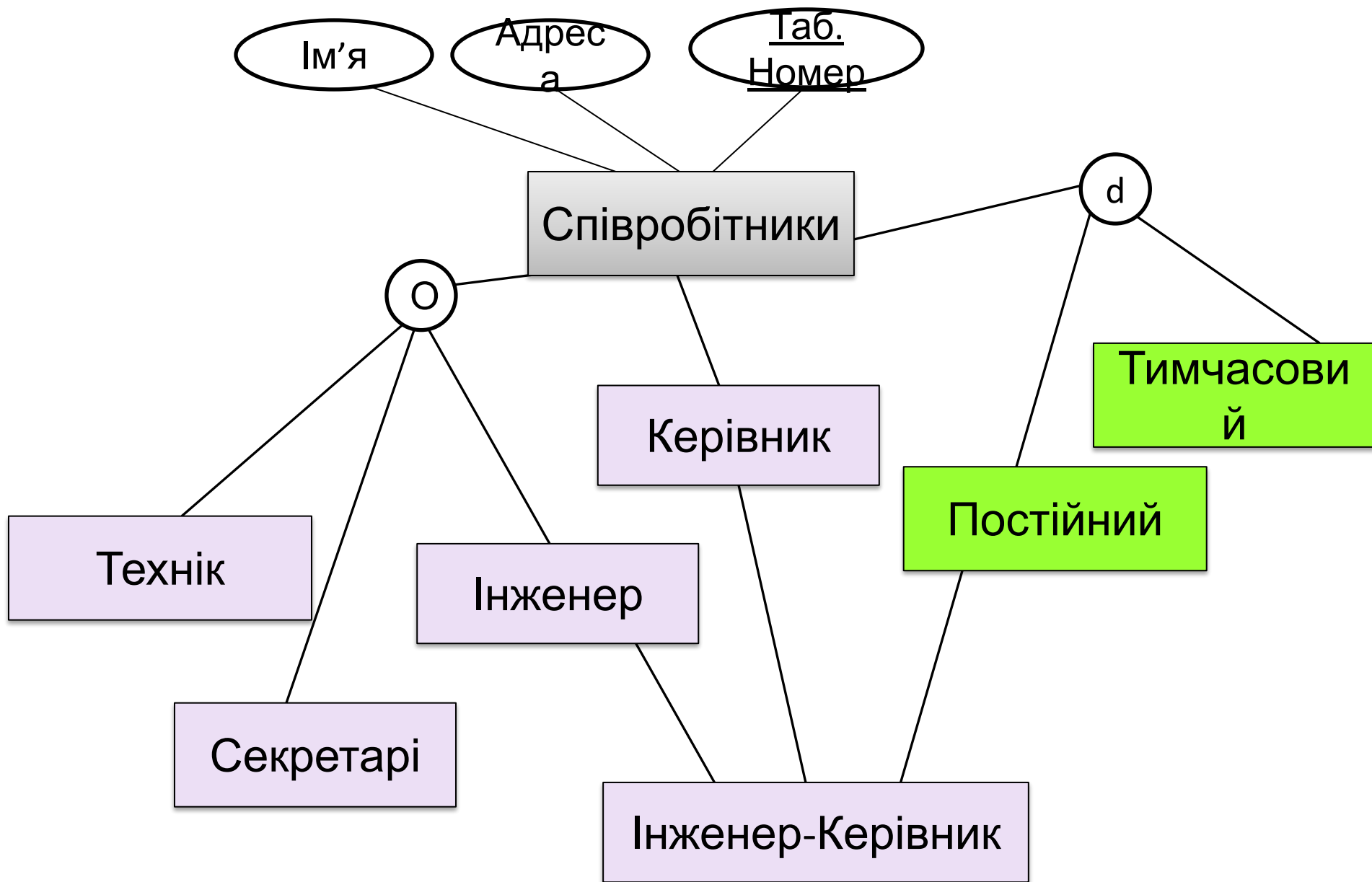
- Обмеження **неперетинання** вказує на те, що якщо підкласи деякої спеціалізації не перетинаються (**disjoint**), то кожна окрема сутність може бути членом тільки одного з підкласів даної спеціалізації.
- Якщо підкласи перетинаються (**nondisjoint**), в такому випадку сутність може бути членом зразу декількох підкласів спеціалізації.
- Обмеження **участі** може бути **повним/обов'язковим** або **частковим/необов'язковим**.
- Спеціалізація з повною участю означає, що кожна сутність суперкласу повинна бути членом підкласу цієї спеціалізації.
- Спеціалізація з частковою участю означає, що сутність не обов'язково повинна бути членом будь-якого підкласу даної спеціалізації.

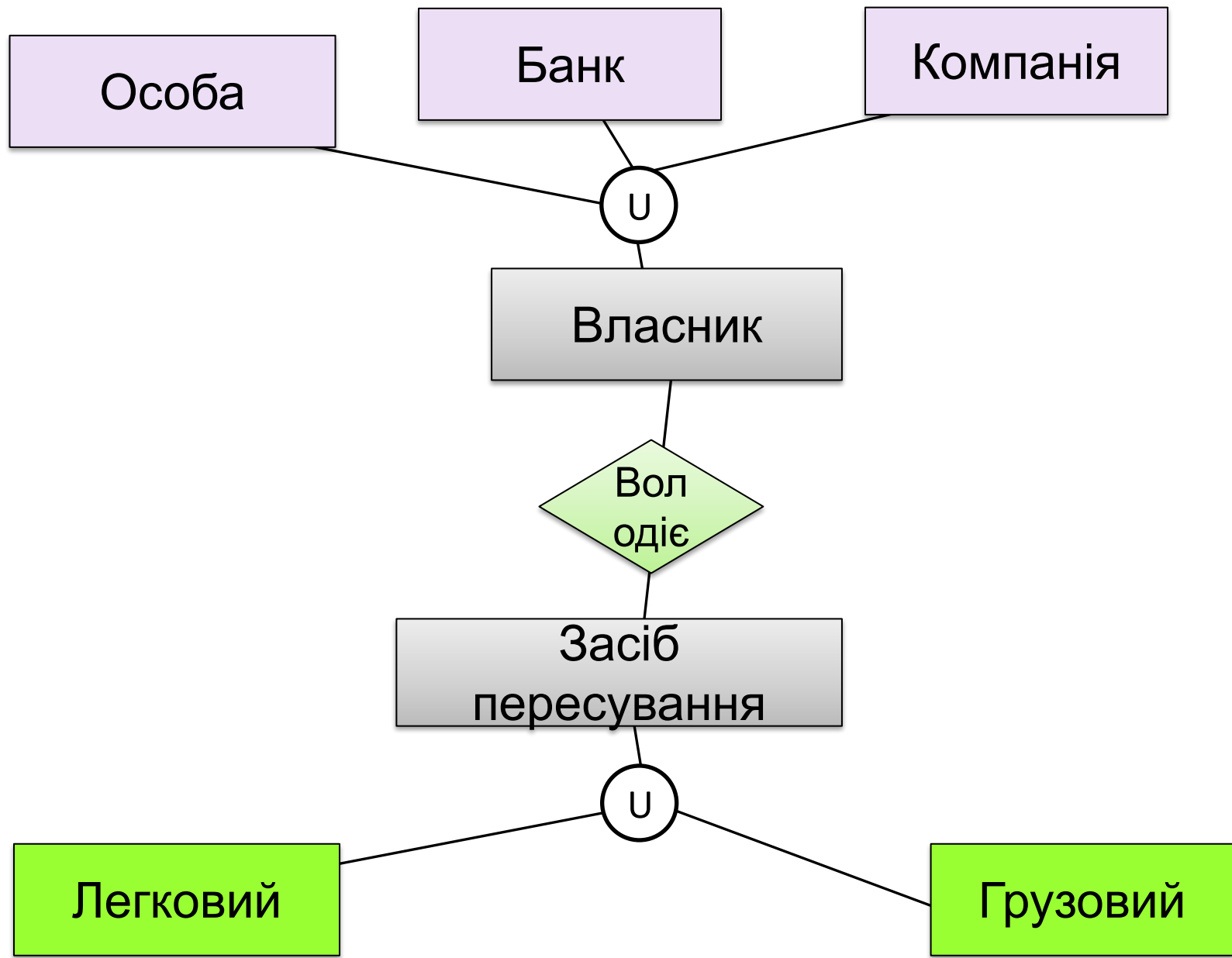
Обмеження спеціалізації та генералізації

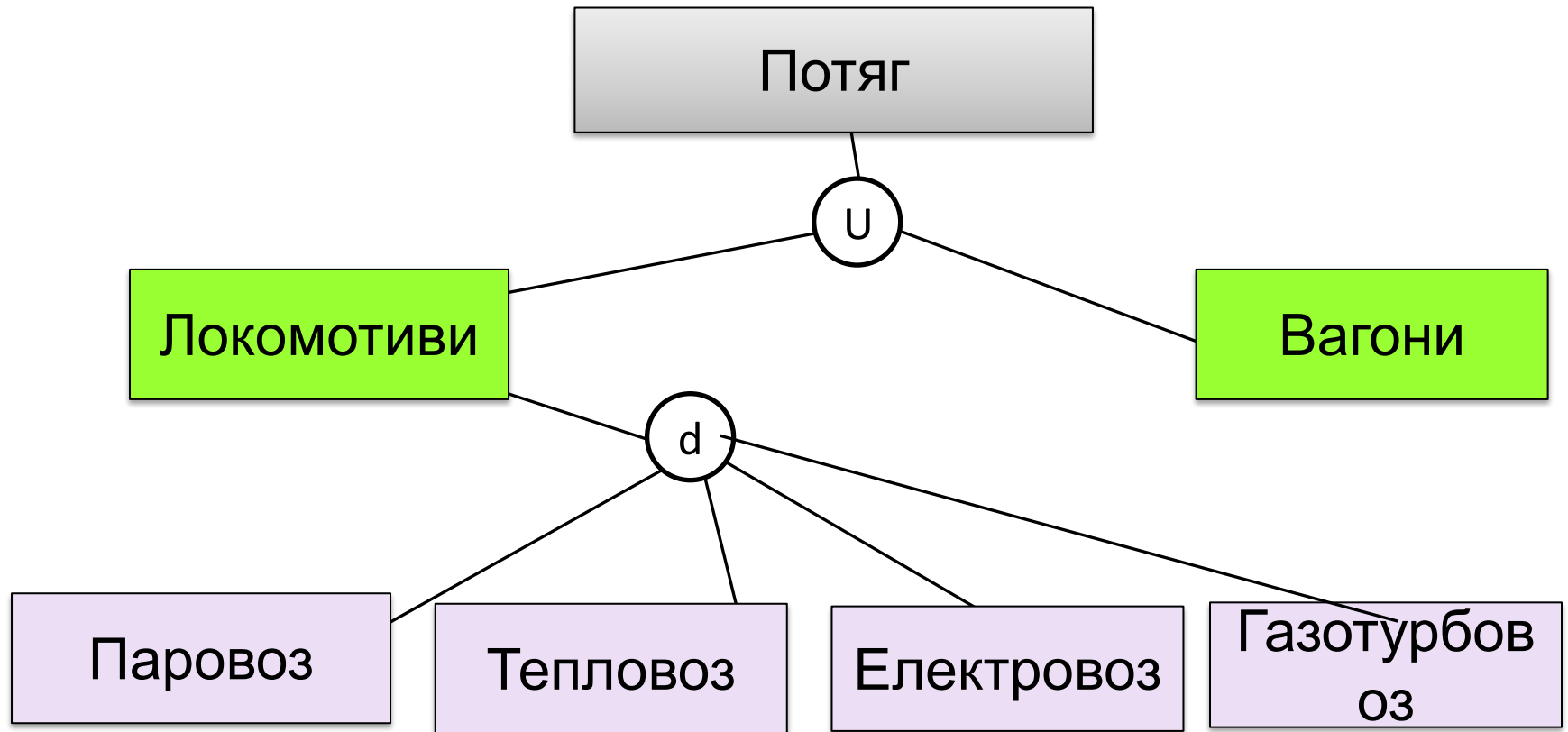
- Оскільки обидва вказані обмеження є логічно незалежними характеристиками утворення типів сутностей суперклас і підклас, то за їх сумісного використання виділяють такі чотири типи обмежень:
 - обов'язкове неперетинне;
 - необов'язкове неперетинне;
 - обов'язкове перетинне;
 - необов'язкове перетинне.











Ключі

- Ключ – така множина атрибутів множини сутностей, що ніякі дві сутності не можуть мати одне й те саме значення ключа
- Кожна множина сутностей зобов'язана мати ключ

Ключі

- Суперключ: множина атрибутів множини сутностей, що унікальним чином визначає (ідентифікує) кожну сутність
- Потенційний ключ: “мінімальний” суперключ
- Первинний ключ: спеціально вказаний потенційний ключ

Ключі на E/R-діаграмі

- Підкреслені назви атрибутів
- В ISA ієрархіях: тільки коренева множина сутностей має ключ, який є ключем для всіх підкласів

Слабкі типи сутностей

- Поняття слабого типу сутності має кілька інтерпретацій
 - під слабким типом сутності розуміють такий, що логічно залежить від інших типів сутностей
 - слабким типом сутності є тип сутності, наявність сутності якого в моделі даних залежить від наявності в ній сутностей інших типів сутностей

Слабкі типи сутностей

- Іноді сутності деякого типу сутності неможливо унікально ідентифікувати значеннями їх власних атрибутів
- Для їх ідентифікації треба використати слабкий тип зв'язку, що поєднує даний тип сутності з іншими типами сутностей, причому атрибути цих типів сутностей будуть входити до складу первинного ключа слабого типу сутності, що вводиться.
- Цей тип сутності є особливим типом слабких типів сутностей і називається ідентифікаційно-залежним типом сутності (ID-dependent entity type); тобто це такий тип сутності, ідентифікатор сутностей (первинний ключ) якого містить ідентифікатори (первинні ключі) інших сутностей.
- У даному випадку можна сказати, що ідентифікаційно-залежний тип сутності залежить від інших типів сутностей як логічно, так і фізично (оскільки поняття ключа можна відносити до цих двох рівнів).

Слабкі типи сутностей

Студен
т

Керівник

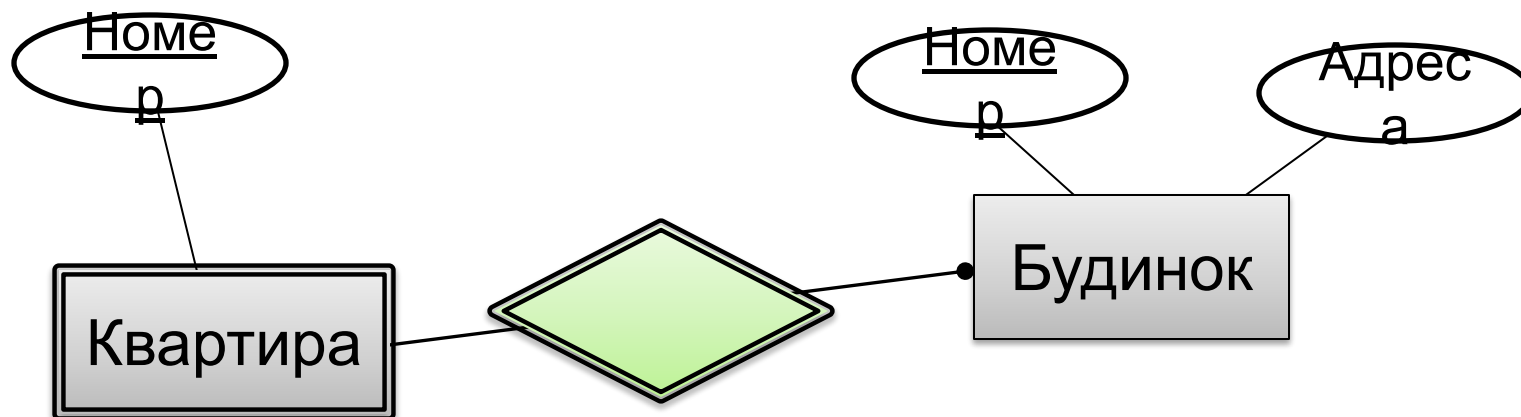
Слабкі типи сутностей

Лікар

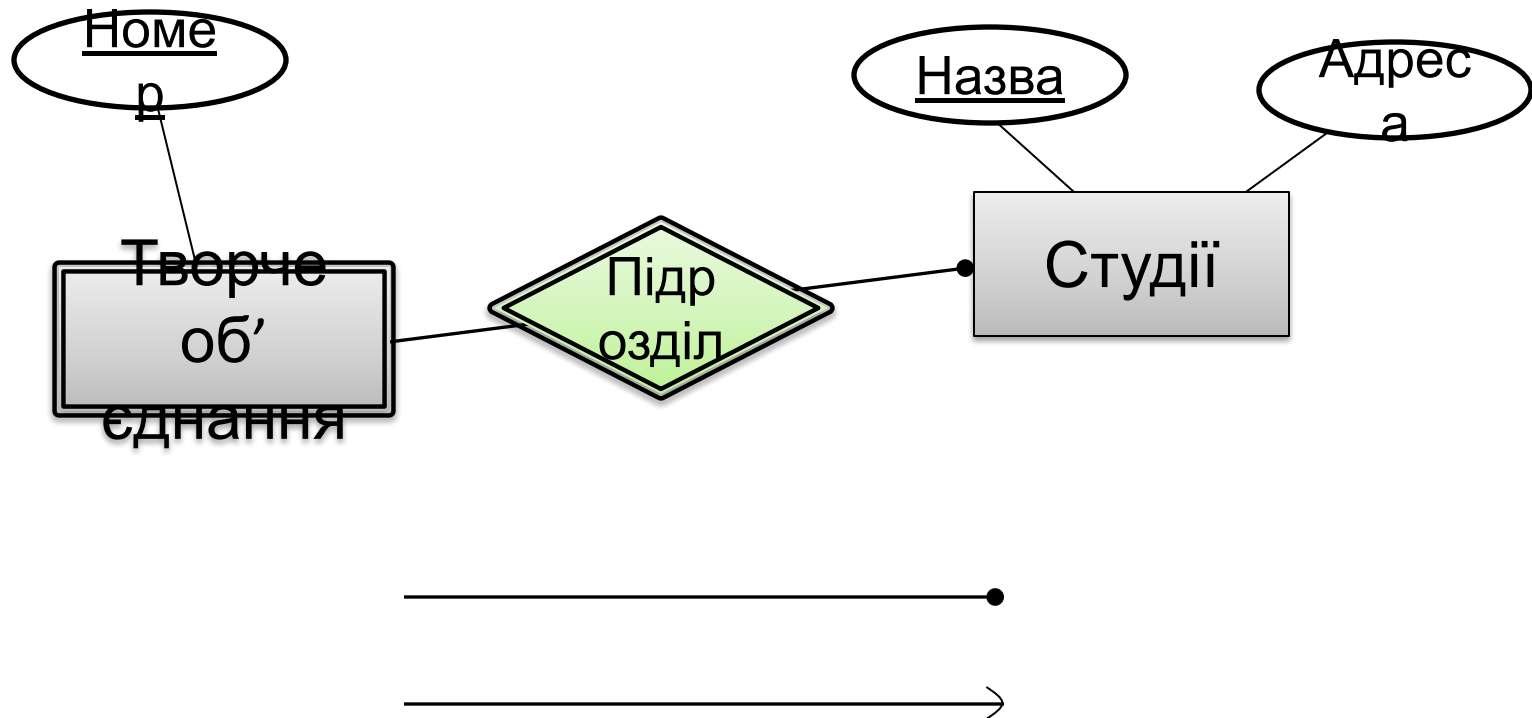
Рецепт

Пацієнт

Слабкі типи сутностей



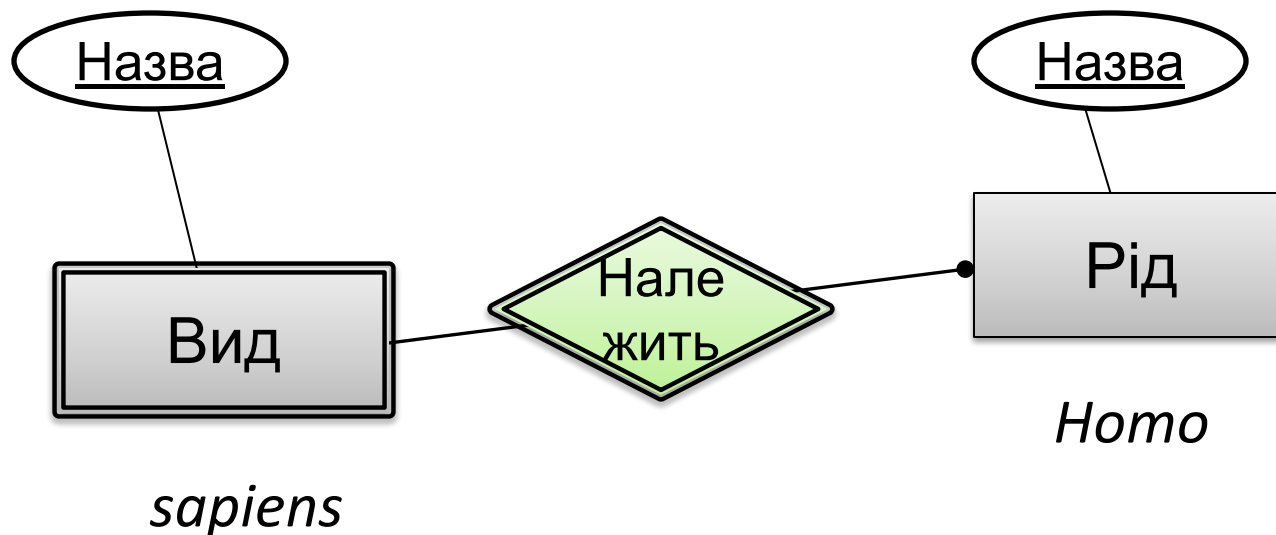
Слабкі множини сутностей



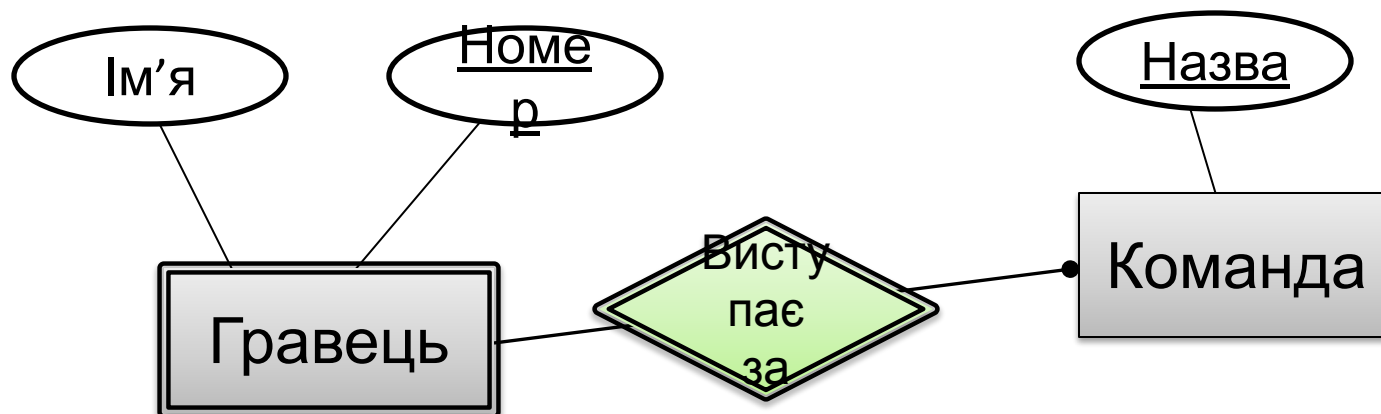
Слабкі типи сутностей

- Сутностям множини сутностей потрібна “підтримка” щоб бути унікальними
- Кажуть, що множина сутностей E буде слабкою якщо для того, щоб ідентифікувати сутності E однозначно, потрібно використовувати ключ іншої або інших множин сутностей, що зв’язані з даною зв’язком “багато-до-одного” зі сторони E .

Слабкі множини сутностей



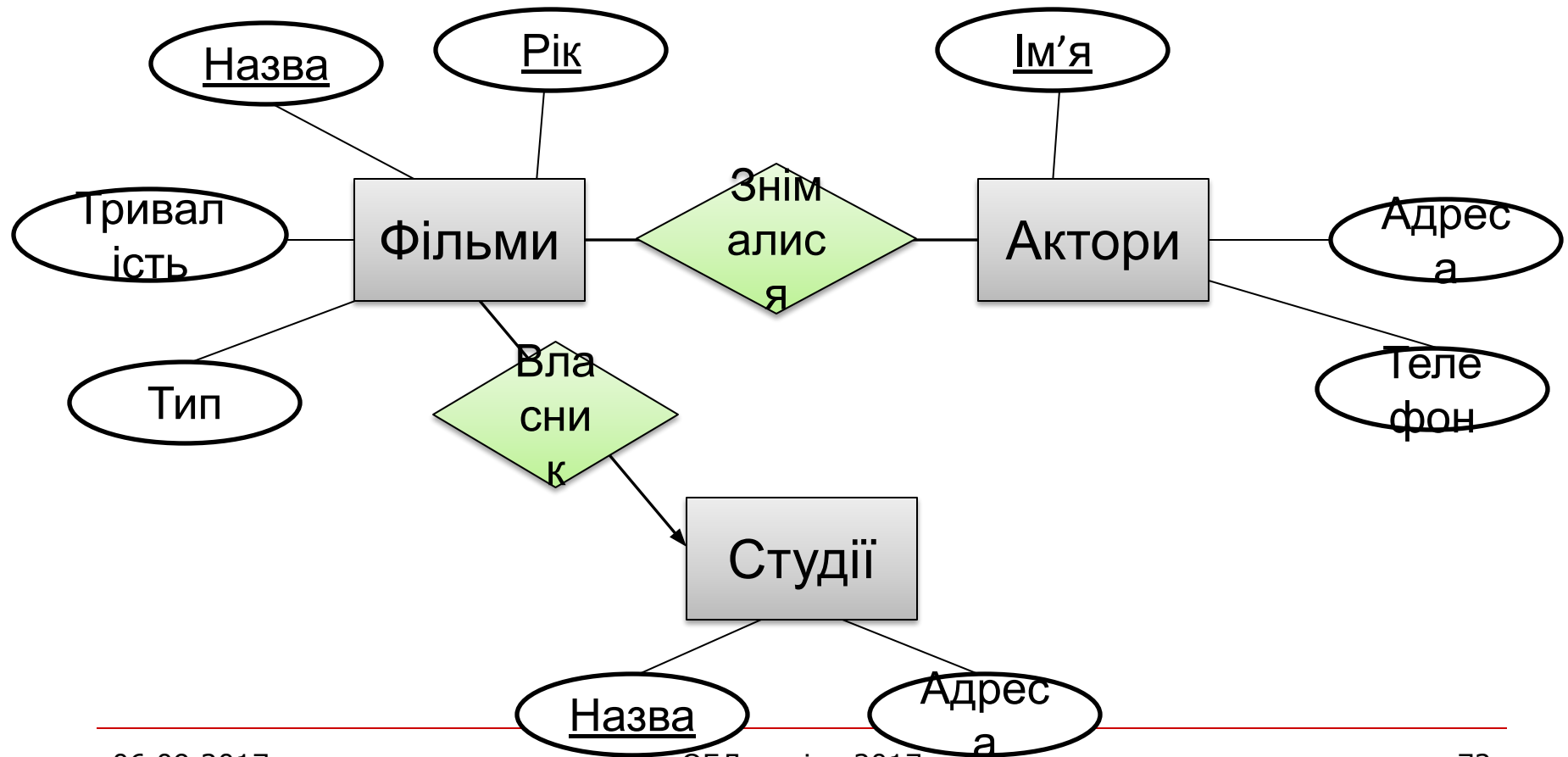
Слабкі множини сутностей



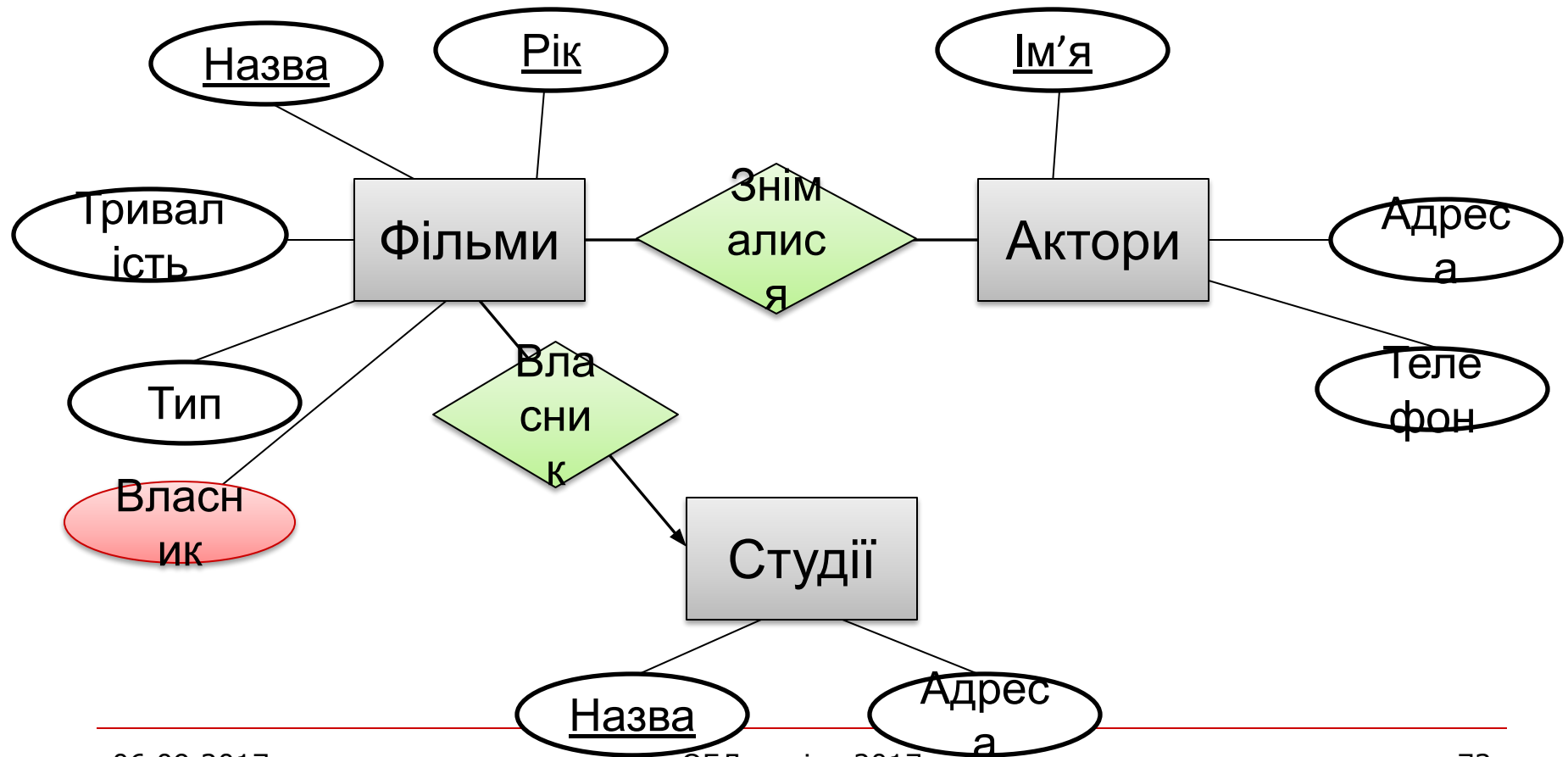
Принципи проектування

- ☐ Достовірність
- ☐ Відсутність збитковості
- ☐ Простота
- ☐ Атрибути замість множини сутностей
- ☐ Бінарні зв'язки проти багатосторонніх
- ☐ Вибір відповідних зв'язків
- ☐ Використання адекватних типів

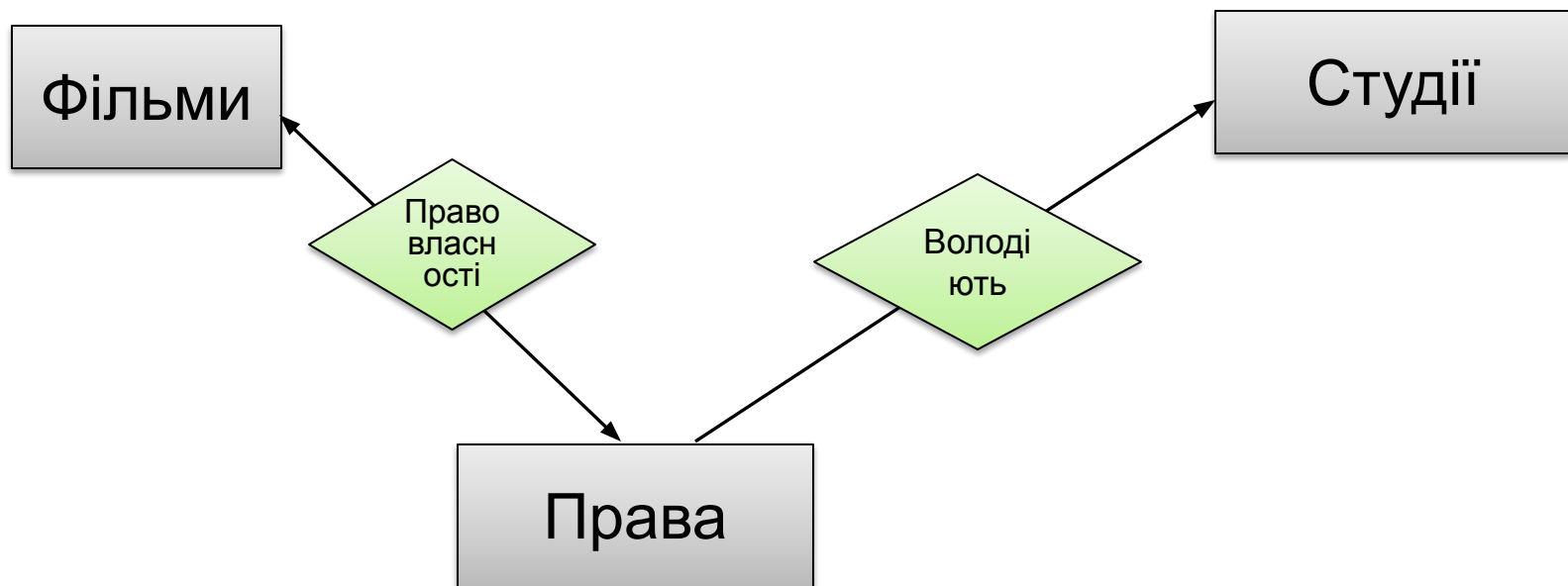
Відсутність збитковості



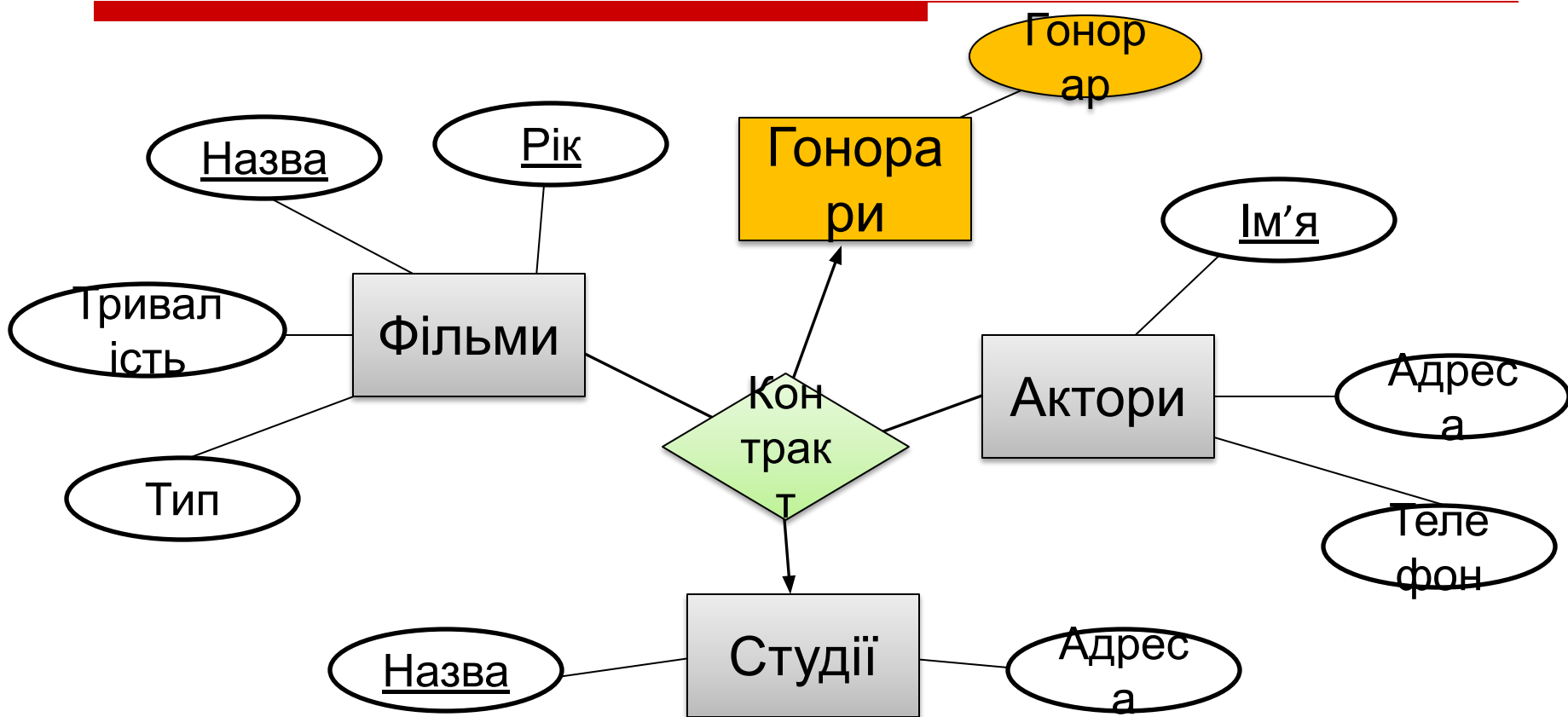
Відсутність збитковості



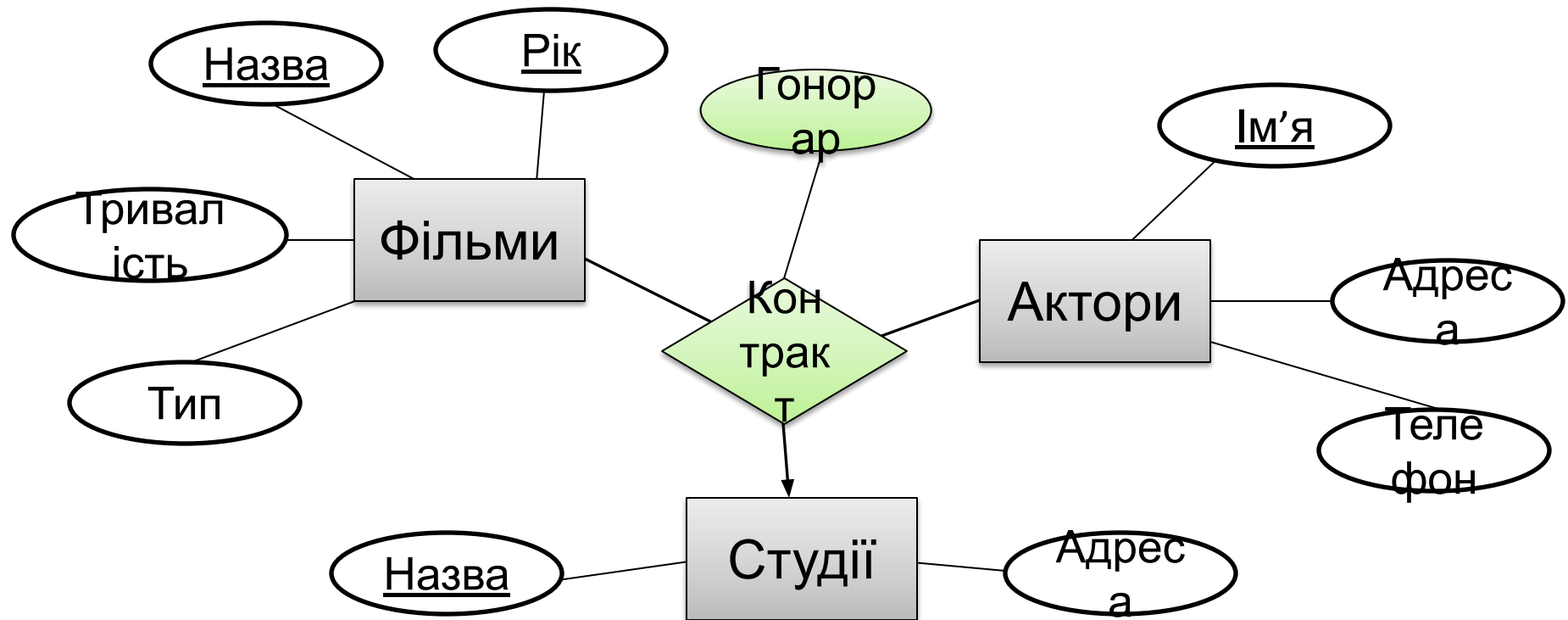
Простота



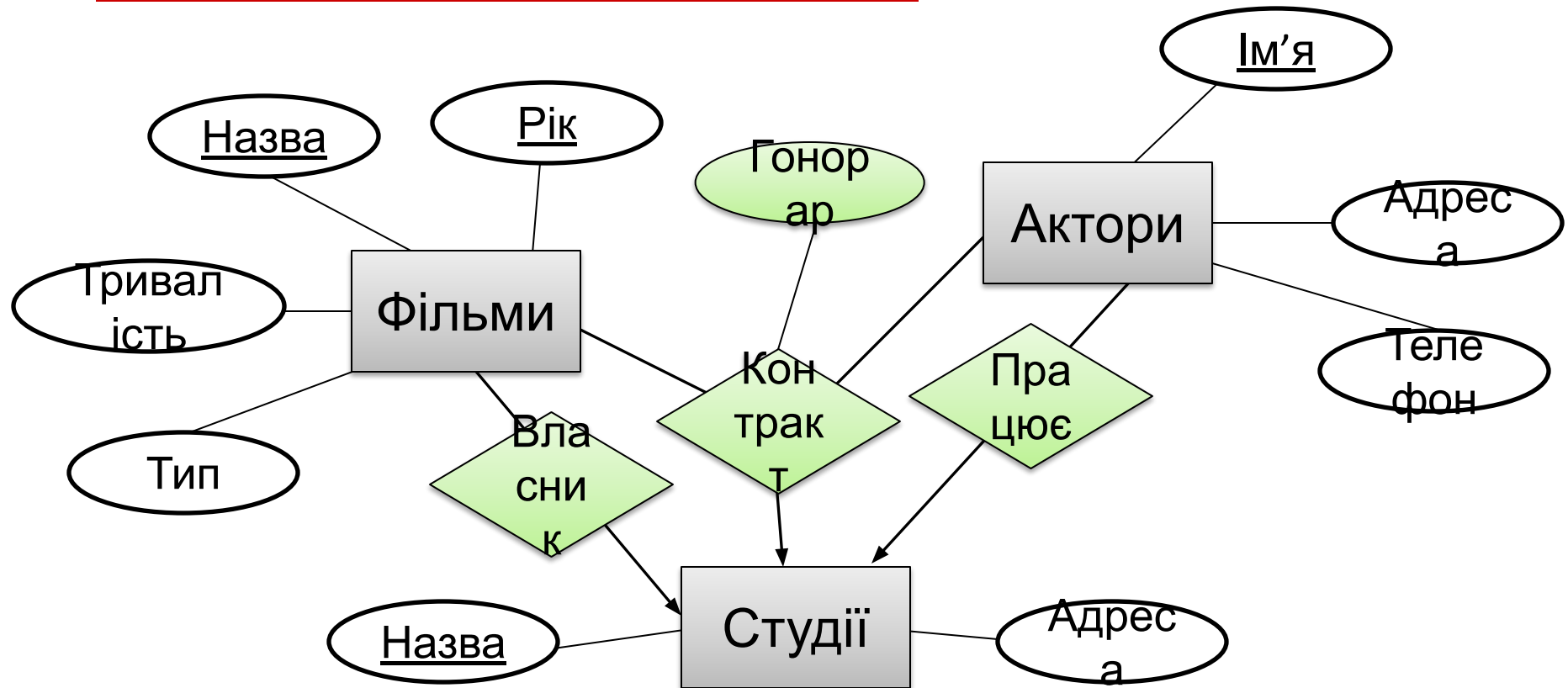
Зв'язки та атрибути



Зв'язки та атрибути



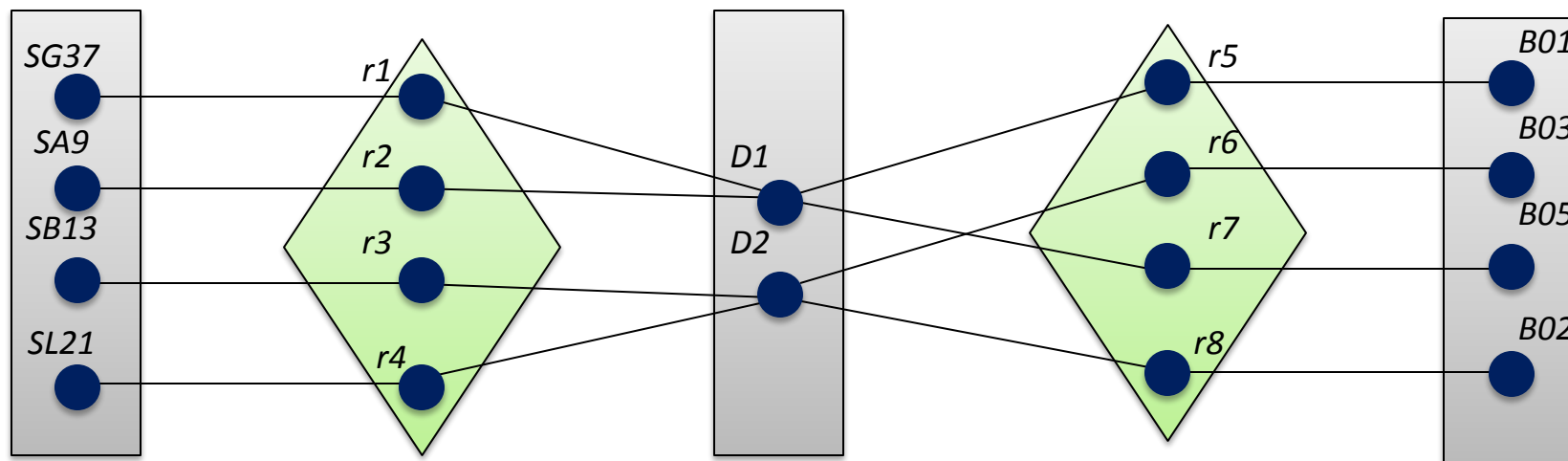
Вибір відповідних зв'язків



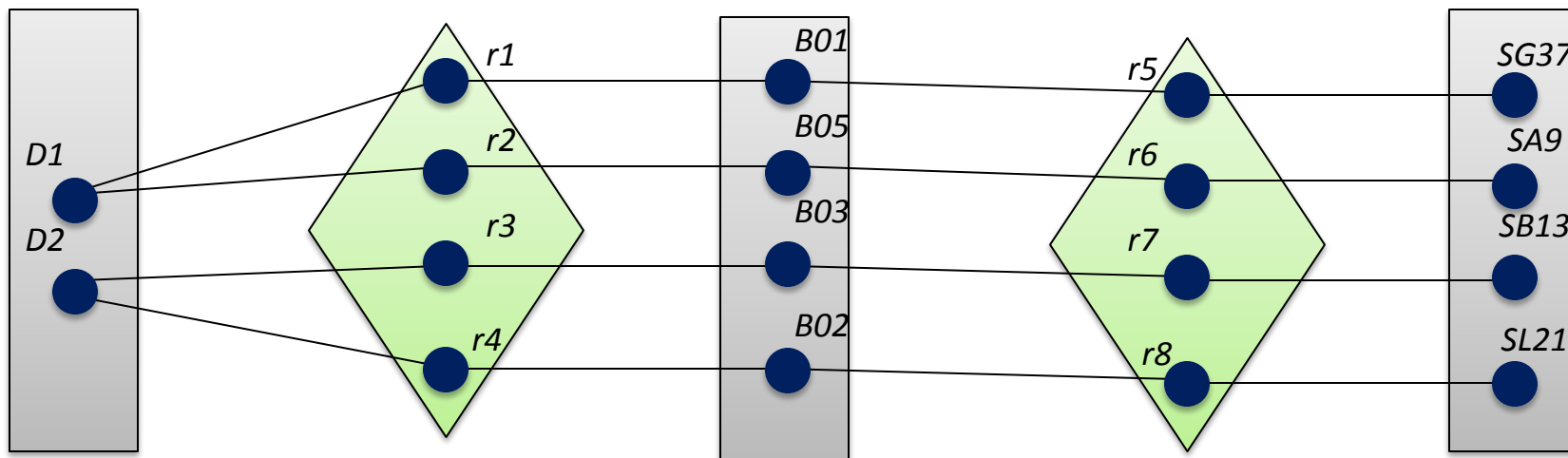
Проблеми E/R-моделювання

- Дефекти типу “розгалуження”
 - Має місце тоді, коли модель відображає зв’язок між типами сутностей, але шлях між окремими сутностями цього типу визначено неоднозначно
- Дефекти типу “розрив”
 - Виникає тоді, коли в моделі передбачається наявність зв’язку між типами сутностей, але не існує шляху між окремими сутностями цих типів.

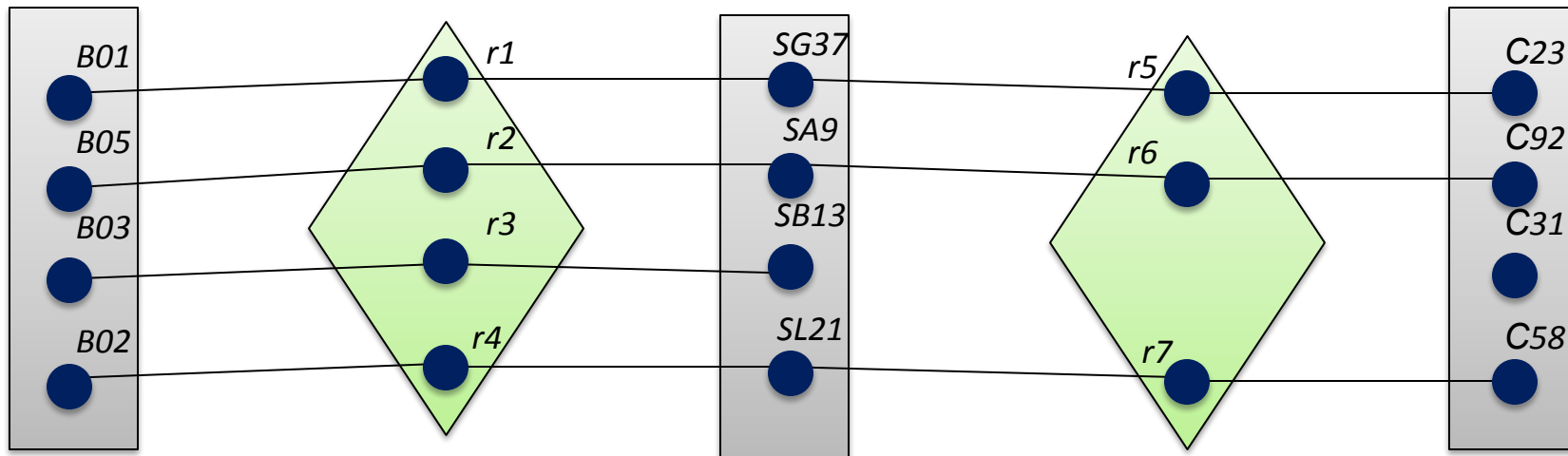
Дефекти типу "розгалуження"



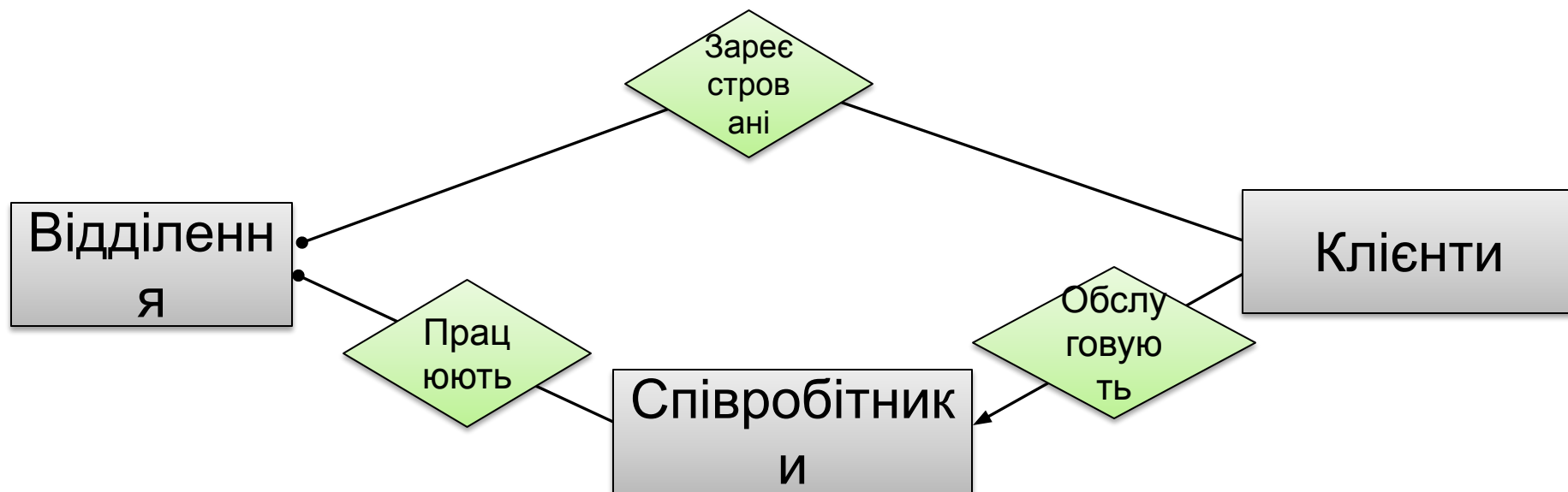
Дефекти типу "розгалуження"



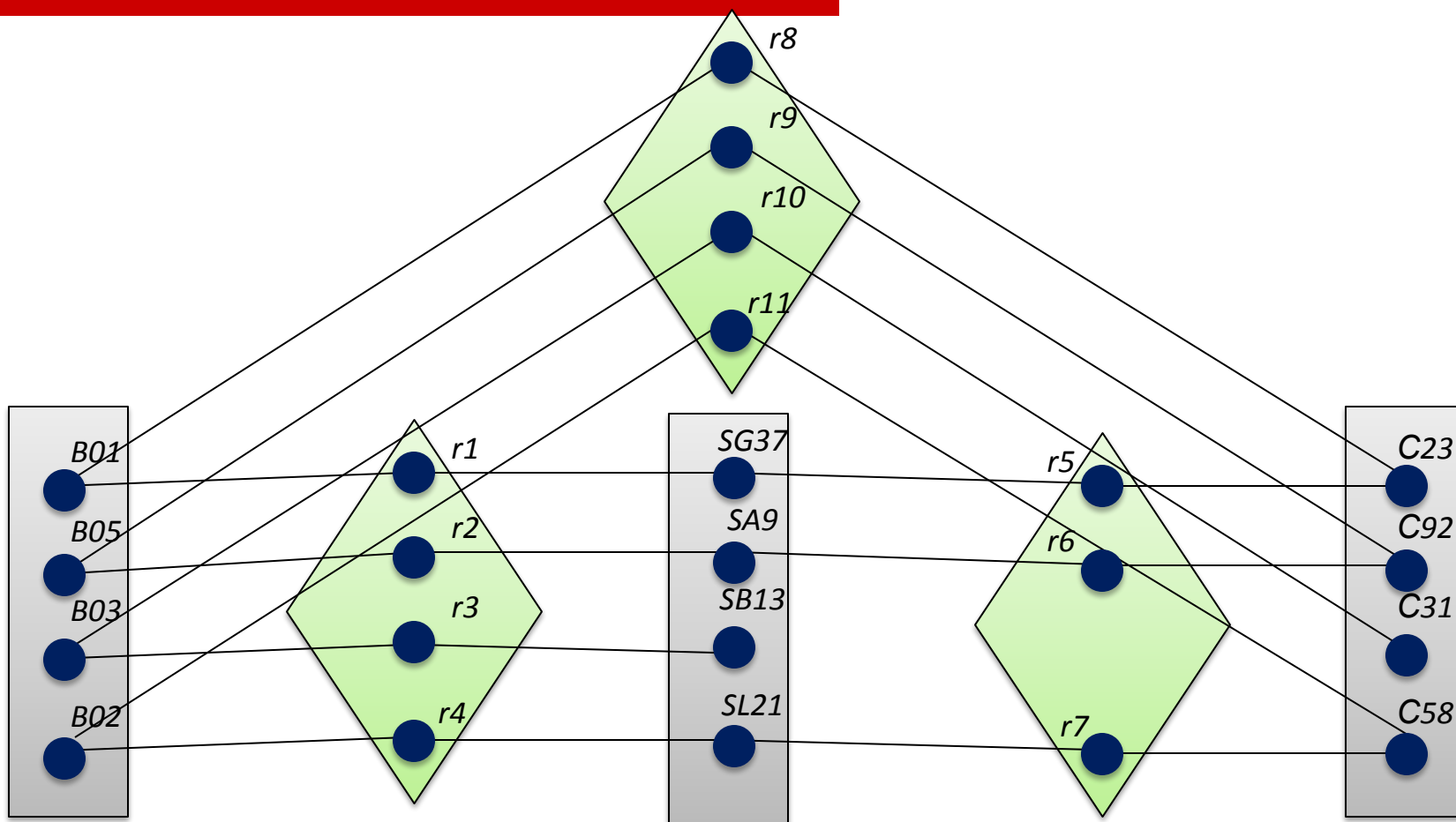
Дефекти типу "розрив"



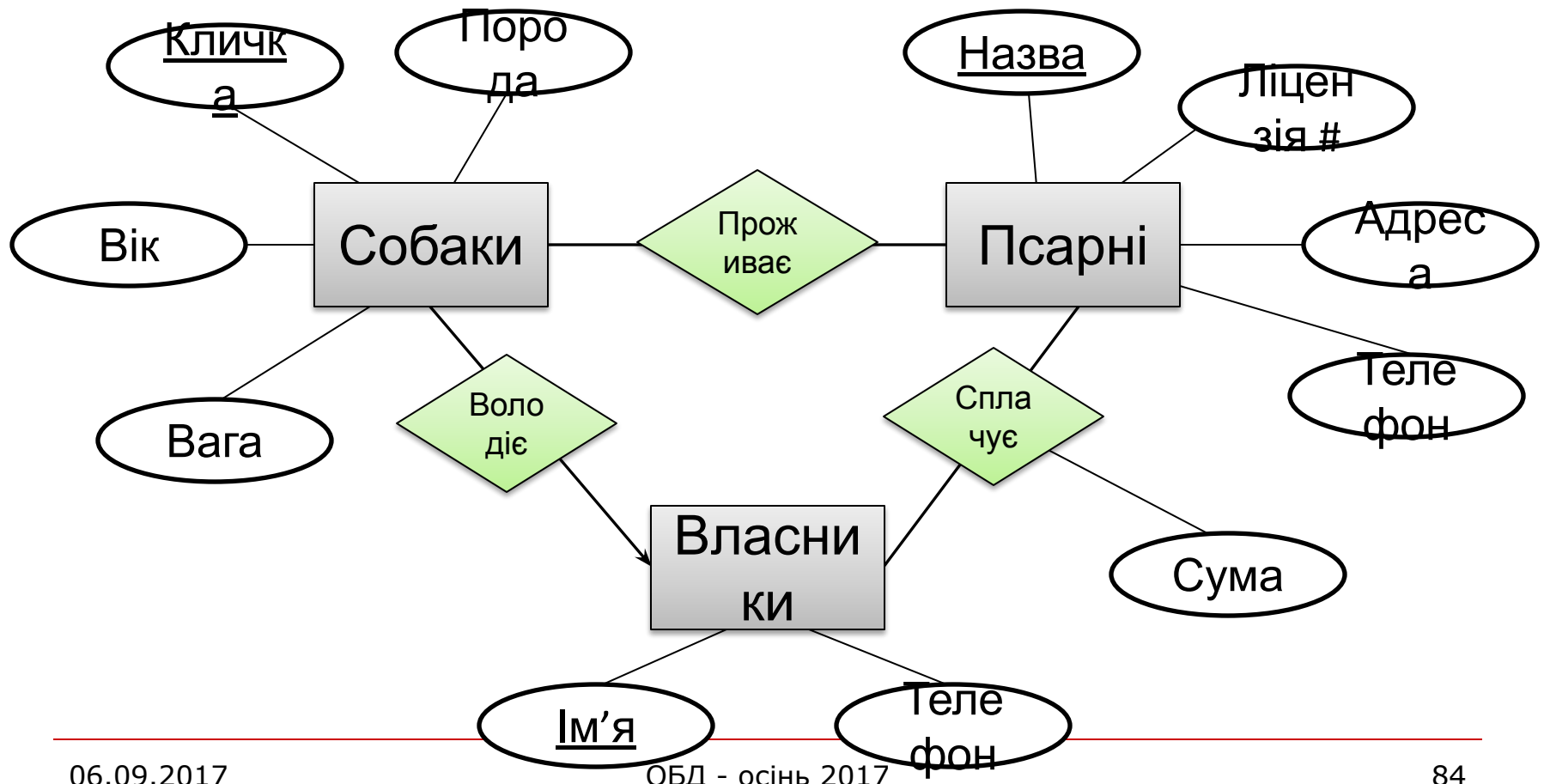
Дефекти типу "розрив"



Дефекти типу "розрив"



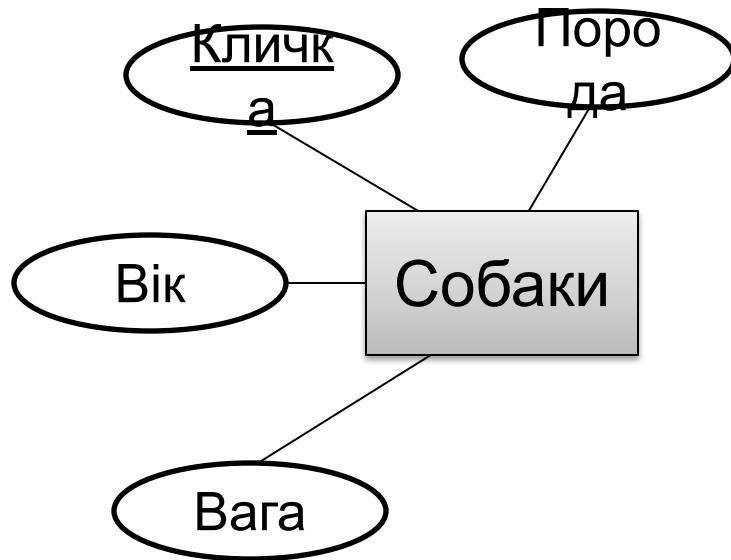
Перетворення ER-діаграм у реляційні схеми



Перетворення множин сутностей

- Для кожної сильної множини сутностей ER-моделі створюється базове відношення, причому кожному простому атрибуту цієї суті відповідає атрибут відношення.
- Ключ сутності стає первинним ключем відношення.

Перетворення множин сутностей

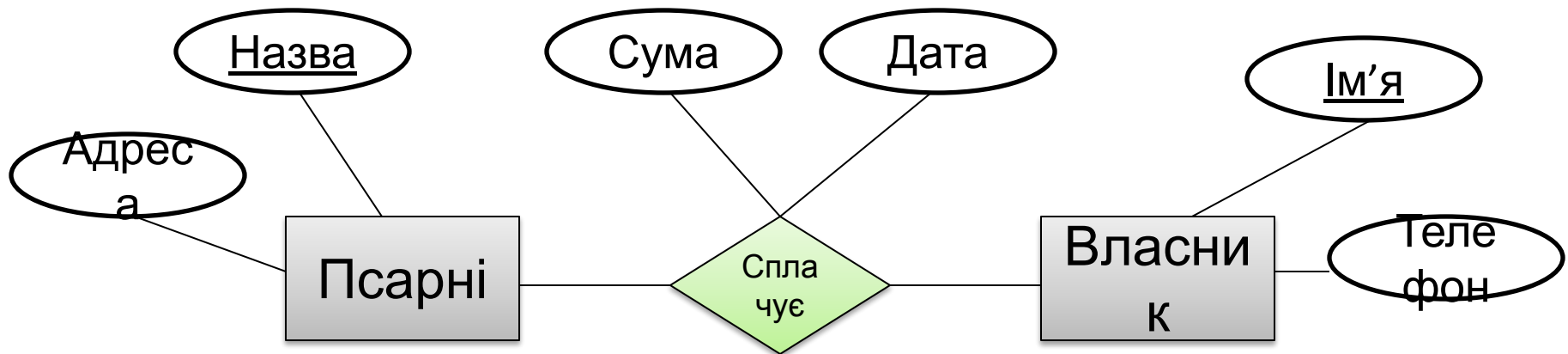


Собаки(Кличка, Вік, Вага,
Порода)

Перетворення зв'язків

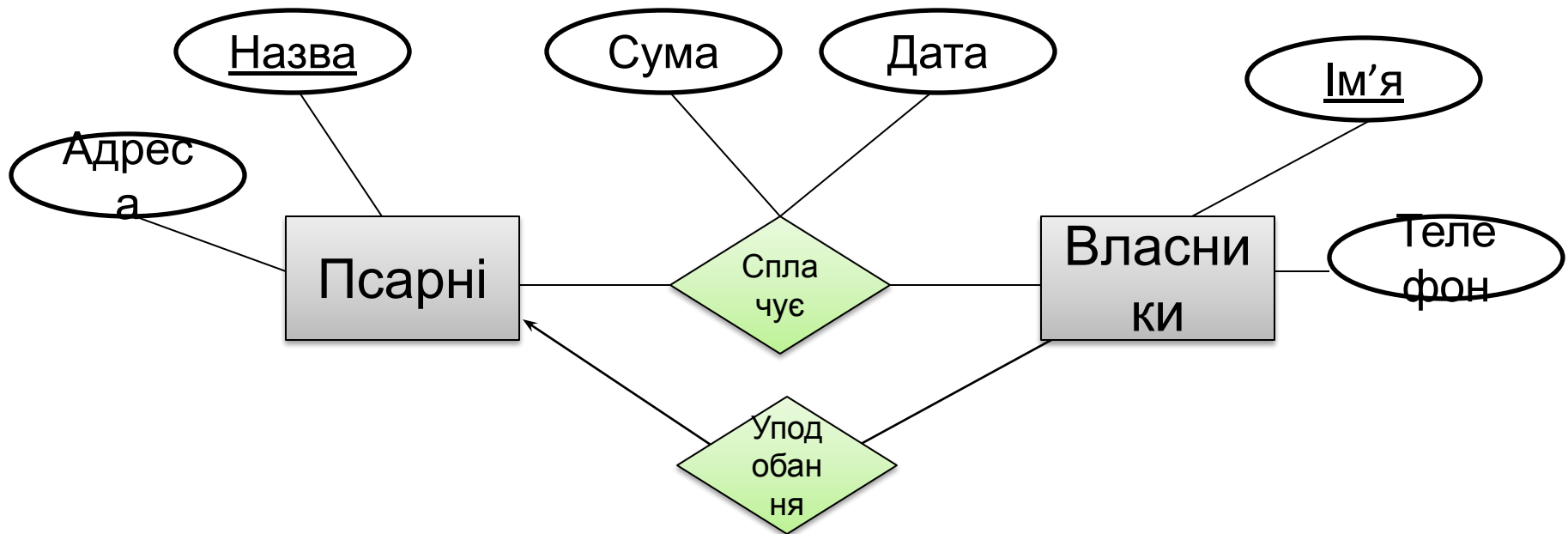
- Коли дві множини сутностей беруть участь у зв'язку один-до-багатьох (1-М), відношення, що представляє множину сутностей з кардинальністю М, повинно мати атрибути зовнішнього ключа, який представляє цей зв'язок.
- Для представлення зв'язку один-до-одного (1-1) зовнішній ключ слід поміщати у відношення, яке представляє множину сутностей, що більш близька до повної участі у зв'язку.
- Якщо дві множини сутностей беруть участь у зв'язку багато-до-багатьох (М-М), необхідно створити відношення із атрибутів зовнішніх ключів двох відношень, що представляють сутності-учасники.

Перетворення зв'язків



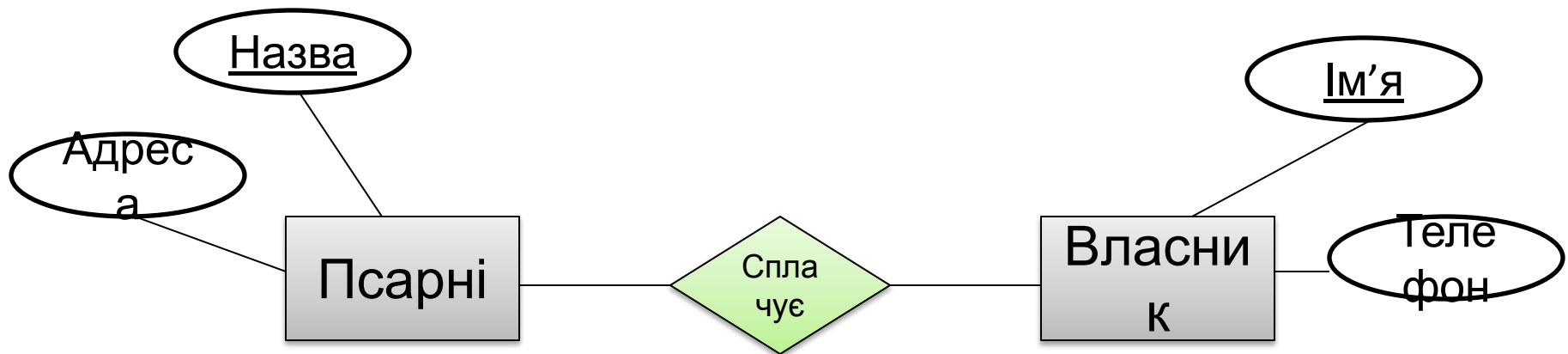
Оплата(Псарні.Назва, Власник.Ім'я, Дата, Сума)

Перетворення зв'язків



Власники (Ім'я, Телефон, УлюбленнаПсарня.Назва)

Перетворення зв'язків



Власники (Ім'я, Телефон, Псарні.Назва)

Перетворення зв'язків

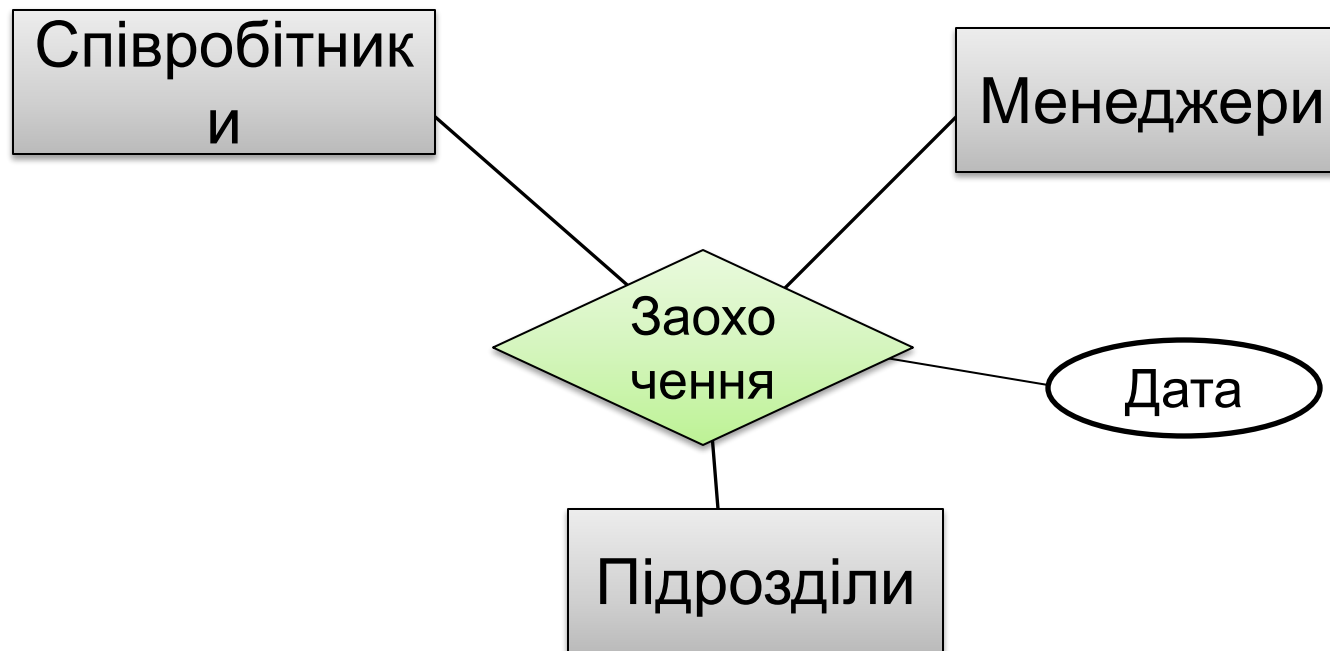
Псарні.Назва	Власники.Ім'я	Власники.Телефон
Вірний друг	Марія	890-4421
Вухаста морда	Марія	890-4421
Вірний друг	Віка	987-4456
Вірний друг	Сашко	334-2234

Збитковість

Перетворення багатосторонніх зв'язків

- Якщо у зв'язку бере участь більше двох множин сутностей, необхідно створити відношення, що складається з зовнішніх ключів всіх відношень, що представляють сутності-учасники.

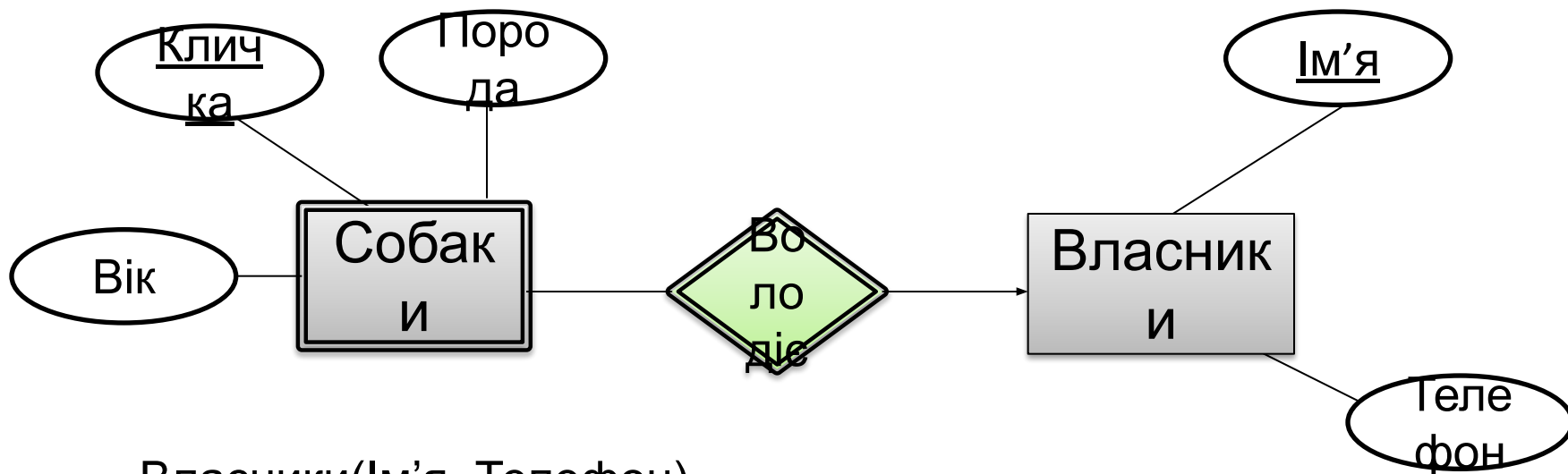
Перетворення зв'язків



Перетворення слабких множин сутностей

- Для кожної слабкої множини сутностей створюється відношення, що складається з всіх простих атрибутів цієї множини сутностей і додаткових стовпців первинних ключів множин сутностей, від яких залежить її існування.
- Ключем створеного відношення буде комбінація власного ключа слабкої множини сутностей і ключів множин сутностей, від яких залежить її існування.
- Підтримуючі зв'язки у відношення не перетворюються.

Перетворення слабких множин сутностей



Власники(Ім'я, Телефон)

Собаки(Кличка, Власники.Ім'я, Вік, Порода)

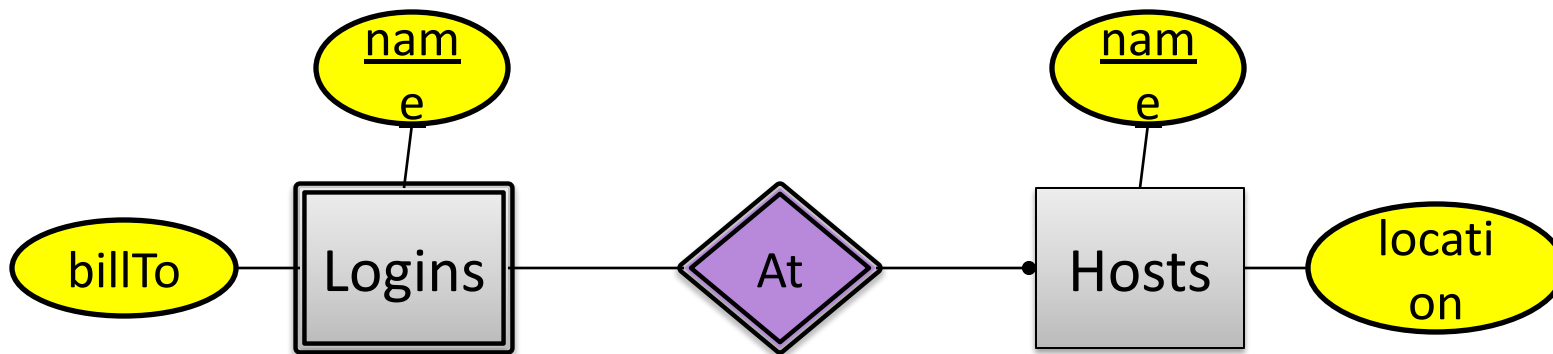
Володіє(Кличка, Власники.Ім'я, Власники.Ім'я2)

Завжди в
Собаки

Збітковість

Повинні бути
однакові

Перетворення слабких множин сутностей



Hosts(hostName, location)

Logins(loginName, hostName, billTo)

~~At(loginName, hostName, hostName2)~~

At є частиною
Logins

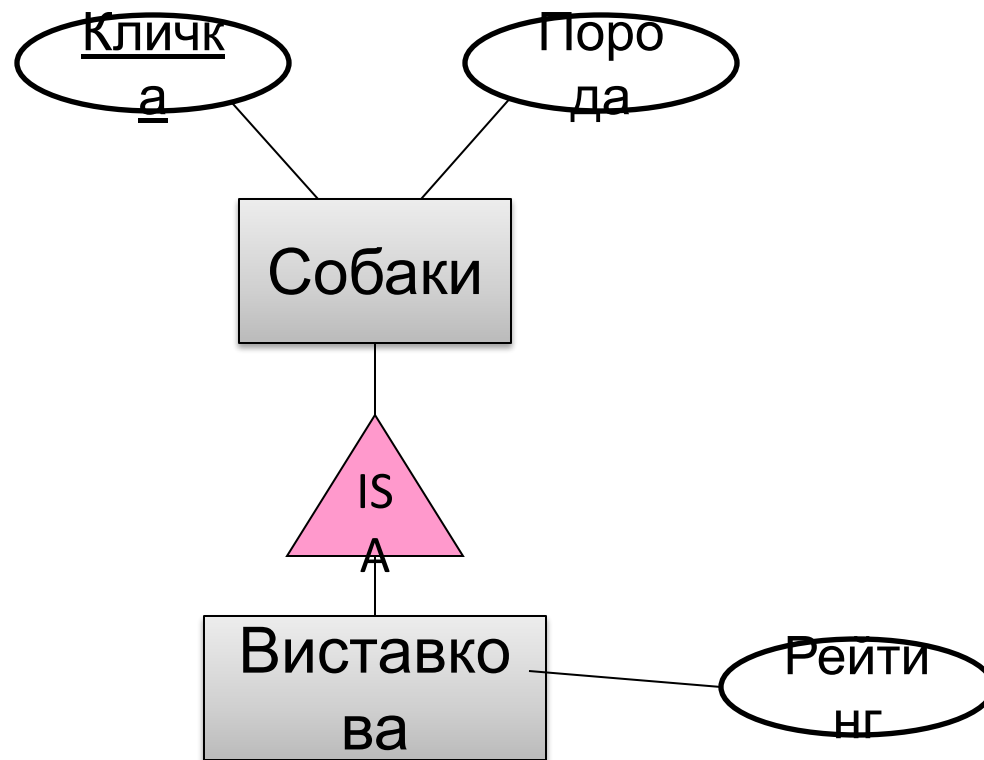
Повинні бути
однакові

Перетворення множин сутностей з підкласами

Три підходи:

1. об'єктно-орієнтований: кожна сутність належить до одного класу. Створюються відношення для кожного класу з усіма його атрибутами.
2. ER-стиль: створюється по одному відношенню для кожного підкласу лише з ключовими атрибутами та ознаками підкласу. Сутність представляється всіма відношеннями до яких належать множини сутностей підкласу.
3. Null-значення: створюється одне відношення з усіма атрибутами. Сутності мають порожні (null) значення атрибутів, які їм не належать.

Перетворення множин сутностей з підкласами



Об'єктно-орієнтований підхід

<u>Кличка</u>	Порода
Жук	Мішана

Собак
и

<u>Кличка</u>	Порода	Місце
Бім	Сетер	Перший

Виставков
а

ER-підхід

<u>Кличка</u>	Порода
Бім	Сетер
Жук	Мішана

Собак
и

<u>Кличка</u>	Місце
Бім	Перший

Виставков

а

Null-значення

<u>Кличка</u>	Порода	Місце
Жук	Мішана	NULL
Бім	Сетер	Перший

Собак
и

Порівняння

- Об'єктно-орієнтована: добре для запитів, як "знайти всіх сетерів, що займають 2-е місце або вище".
- ER-підхід: добре для "знайти всіх сетерів (незалежно від того, чи виставкова собака чи ні)
- Null-значення: може заощадити місце, але не дуже добре, якщо багато атрибутів будуть з порожніми значеннями.