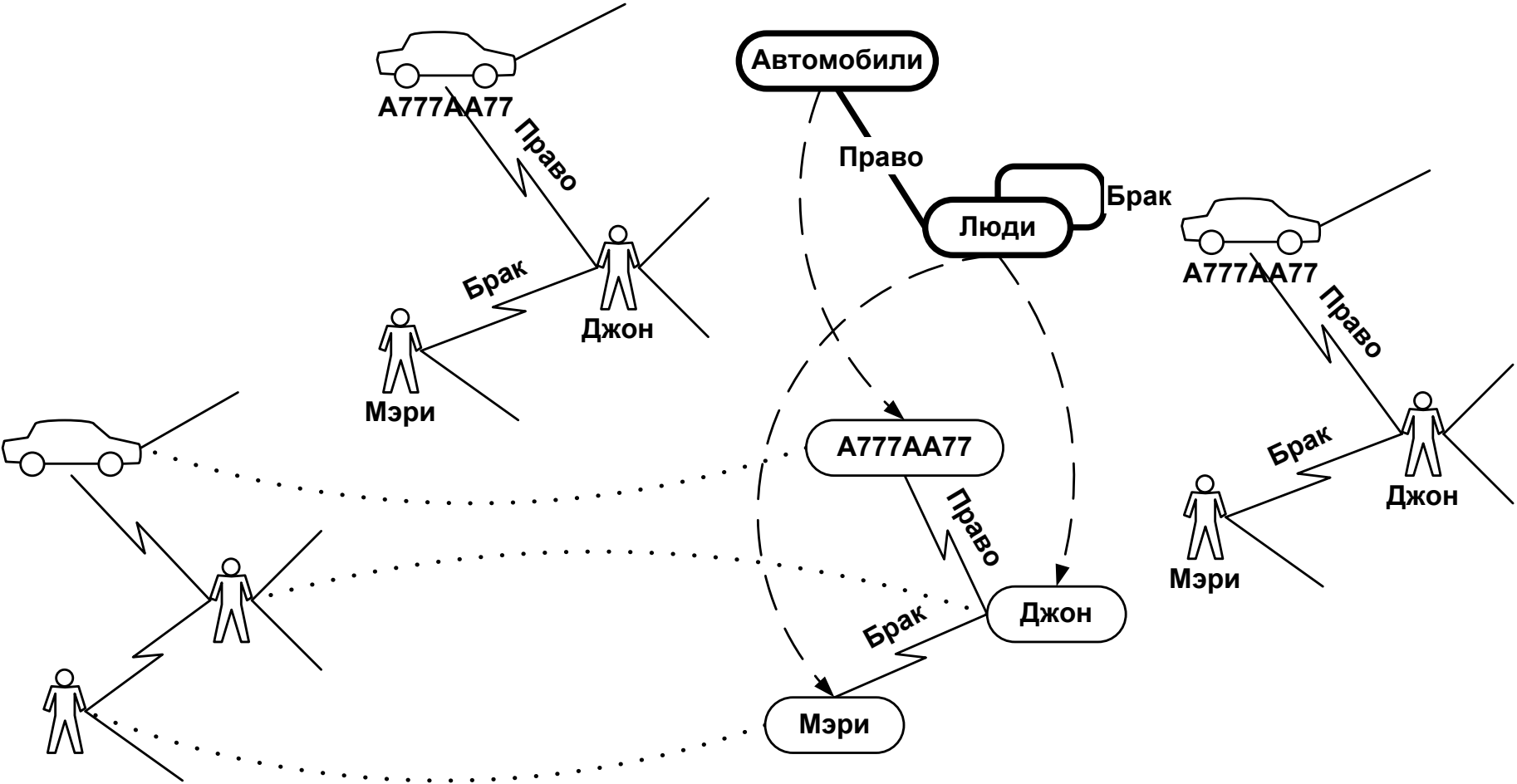


II. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

2.1. Данные и модели данных

Процесс получения информации из данных

Предметная область	Мозг «писателя»	Знаковая система	Мозг «читателя»
--------------------	-----------------	------------------	-----------------



СЕМИОТИКА:	Семантика	Синтактика	Прагматика
------------	-----------	------------	------------

Атомарная единица информации

<Идентификатор объекта, Наименование признака,
Значение признака, [Время]>

<Джон, Рост в см, 180> <Джек, Рост в см, 190>

<Джон, Вес в кг, 90> <Джек, Вес в кг, 80>

Рост

ID_объекта	Значение
Джон	180
Джек	190

Вес

ID_объекта	Значение
Джон	90
Джек	80

ЧЕЛОВЕК

ID_объекта	Рост	Вес
Джон	180	90
Джек	190	80

Основные понятия технологии баз данных

МОДЕЛЬ ДАННЫХ

Gs - Множество правил порождения структур данных

Gc - Множество правил порождения ограничений целостности

O - Множество операций над данными

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ БАЗАМИ ДАННЫХ

ЯОД - язык определения данных

ЯООЦ - язык определения ограничений целостности

ЯМД - язык манипулирования данными

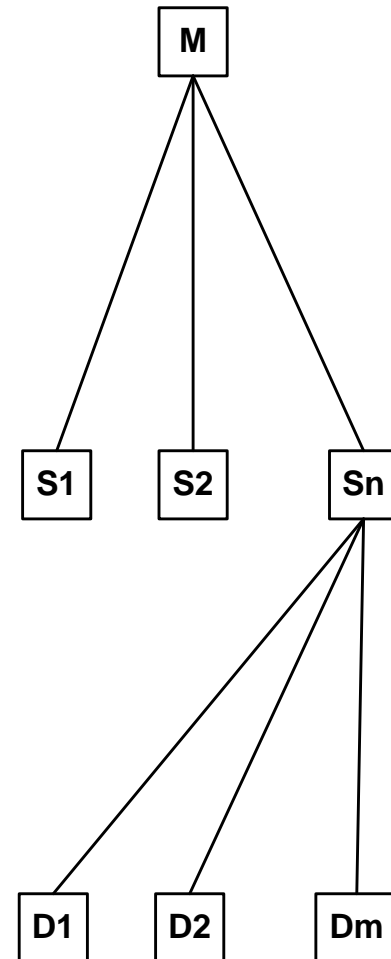
БАЗА ДАННЫХ

Схема БД

Структуры данных

Ограничения целостности

Данные



2.2. Структуры

Способы структуризации

АБСТРАКЦИЯ

ОБОБЩЕНИЕ

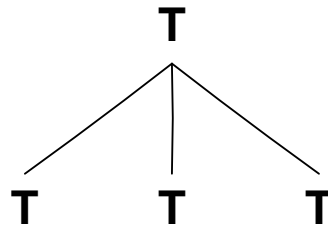
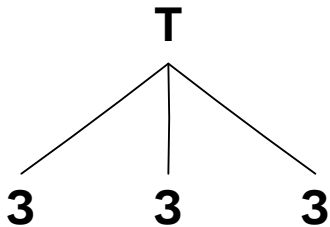
«есть некоторый» (англ. is a)

КЛАССИФИКАЦИЯ

обр. экземпляризация

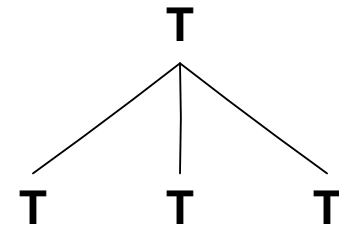
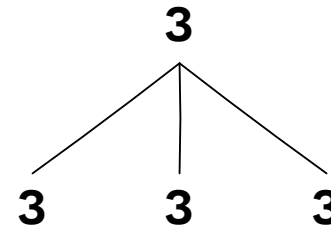
ГЕНЕРАЛИЗАЦИЯ

обр. специализация



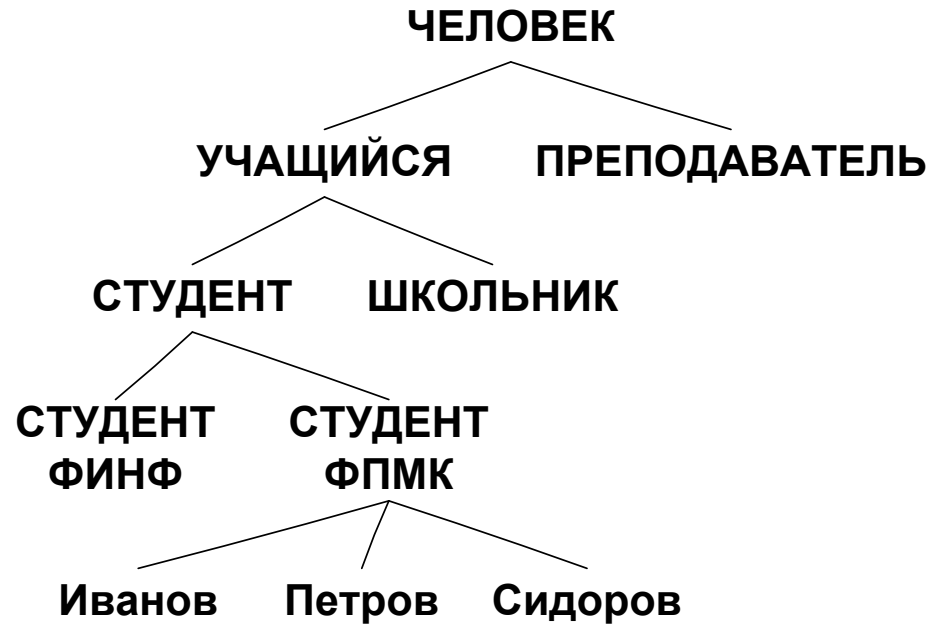
АГРЕГАЦИЯ

«есть часть» (англ. part of)
обр. декомпозиция



Иерархии

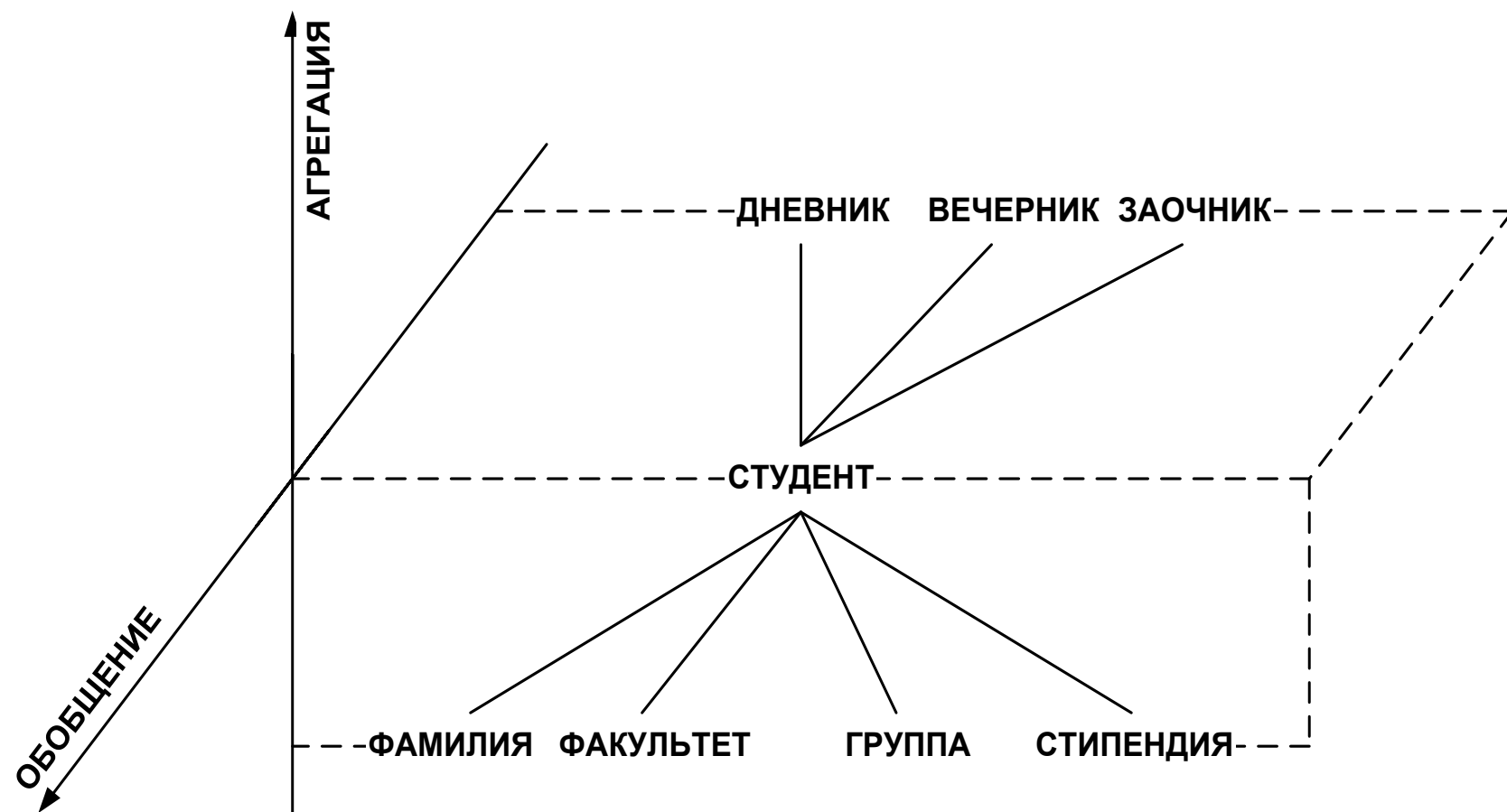
Обобщения



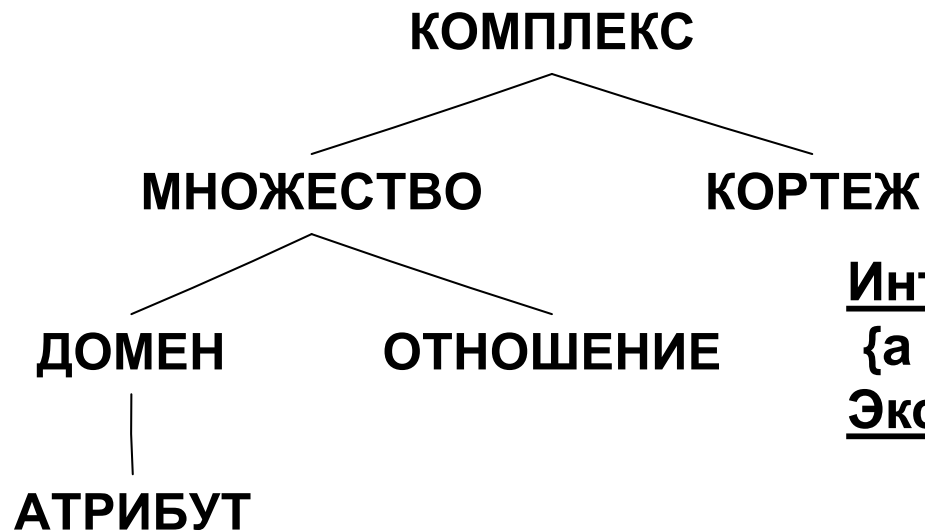
Агрегации



Структурные и классификационные аспекты типизации



Формы данных



$\{a^2, d^1, f^3, a^1\}$
 $\{a^1, d^1, f^1\} = \{a, d, f\}$
 $\{a^2, d^1, f^3\} = \langle d, a, f \rangle$

Интенсионал множества –

$\{a \mid a \text{ – целое положительное число}\}$

Экстенсионал множества –

$\{1, 2, 3, 4, \dots\}$

Интенсионал множества –

$\{a \mid a \text{ – студент, сидящий в 104 ауд.}\}$

Экстенсионал множества –

$\{\text{Иванов, Сидоров, Петров, ...}\}$

Однородность доменов:

синтаксическая – ЦПЧ, Строки

семантическая – Номера телефонов
города Томска

Домен ЦПЧ

Рост

Стаж

Зарплата

Мощность

Номер группы

Отношение

Математика

n -местным отношением R на множествах A_1, \dots, A_n называется подмножество прямого произведения $A_1 \times \dots \times A_n$. Другими словами, элементы x_1, \dots, x_n , где $x_i \in A_i (i = 1, \dots, n)$, связаны отношением R тогда и только тогда, когда $\langle x_1, \dots, x_n \rangle \in R$.

Пусть R – бинарное отношение. Определим обратное отношение R^{-1} следующим образом: $R^{-1} = \{\langle x, y \rangle \mid \langle y, x \rangle \in R\}$. Таким образом, R^{-1} связывает те же пары элементов, что и R , но «в другом порядке».

Логика

Пусть $E^n = E \times \dots \times E$ есть произведение n множеств E , т.е. множество всех кортежей $\langle x_1, \dots, x_n \rangle$, $x_i \in E (i = 1, \dots, n)$.
Отображение $P: E^n \rightarrow \{0, 1\}$ называется n -местным отношением (предикатом, логической функцией) над E . Множество $A \subseteq E^n$ всех кортежей, для которых $P(x_1, \dots, x_n) = 1$, определяет «свойство» кортежей: x_1, \dots, x_n состоят в отношении P тогда и только тогда, когда $\langle x_1, \dots, x_n \rangle \in A$.

Отношение

Моделирование данных

Пусть задано множество из n типов или доменов $T_i (i = 1, \dots, n)$, причем все они необязательно должны быть различными. Тогда r будет отношением, определенным на этих типах, если оно состоит из двух частей: заголовок и тела (заголовки еще иногда называют схемой или интенсиналом отношения, а тело – экстенсиналом отношения), где:

- заголовок – это множество из n атрибутов вида $A_i : T_i$; здесь A_i – имена атрибутов отношения r , а T_i – соответствующие имена типов;
- тело – это множество из m кортежей t ; здесь t является множеством компонентов вида $A_i : v_i$, в которых v_i – значение типа T_i , т.е. значение атрибута A_i в кортеже t .

Отношение

Брак

Муж	Жена
Джон	Мэри
Джек	Сара
Джим	Лаура

Брак⁻¹

Жена	Муж
Мэри	Джон
Сара	Джек
Лаура	Джим

Заголовок – {Муж: Строки, Жена: Строки}

A_1

T_1

A_2

T_2

Тело – {

{Муж: Джон, Жена: Мэри},

t_1

{Муж: Джек, Жена: Сара},

t_2

{Муж: Джим, Жена: Лаура} }

t_3

A_1

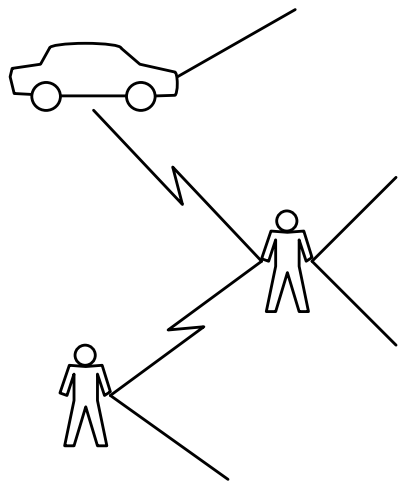
v_1

A_2

v_2

Типичное использование форм данных

Предметная область	Модель человека	Модель данных
--------------------	-----------------	---------------



Объект

Тип объектов

Связь

Тип связей

Характеристика

Значение характеристики

Кортеж отношения

Отношение

Кортеж отношения

Отношение

Атрибут отношения

Значение атрибута в кортеже

Представление данных в виде таблиц

СЛУЖАЩИЙ

№ СЛУЖАЩЕГО	ФАМИЛИЯ	АДРЕС	ПОЛ
123	СМИТ	ЭВЕЛИН, 19	Ж
862	ЛОКК	ШАТЕР, 85	М
781	БЭРР	КУИН, 16	М
523	ДЖОНС	ДЖОРДЖ, 3	Ж
324	ПИТЦ	ЛАНДИ, 22	Ж

КОМПАНИЯ

НАЗВАНИЕ	ГОРОД
АЕС	ТОРОНТО
ИБМ	НЬЮ-ЙОРК

СЛУЖБА

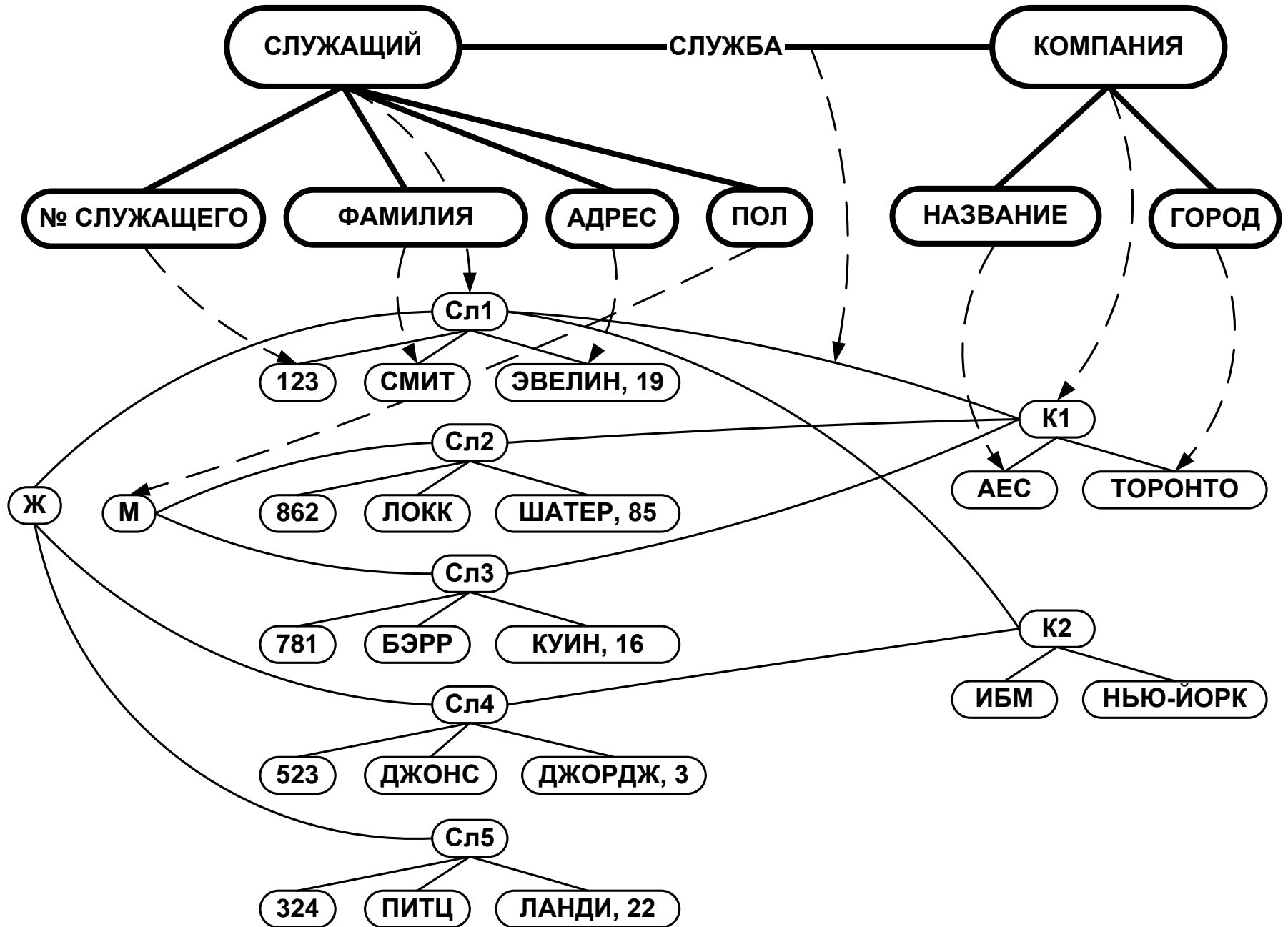
ВАРИАНТ 1

№ СЛУЖАЩЕГО	ФАМИЛИЯ	АДРЕС	ПОЛ	НАЗВАНИЕ	ГОРОД
123	СМИТ	ЭВЕЛИН, 19	Ж	АЕС	ТОРОНТО
862	ЛОКК	ШАТЕР, 85	М	АЕС	ТОРОНТО
781	БЭРР	КУИН, 16	М	АЕС	ТОРОНТО
523	ДЖОНС	ДЖОРДЖ, 3	Ж	ИБМ	НЬЮ-ЙОРК
123	СМИТ	ЭВЕЛИН, 19	Ж	ИБМ	НЬЮ-ЙОРК

ВАРИАНТ 2

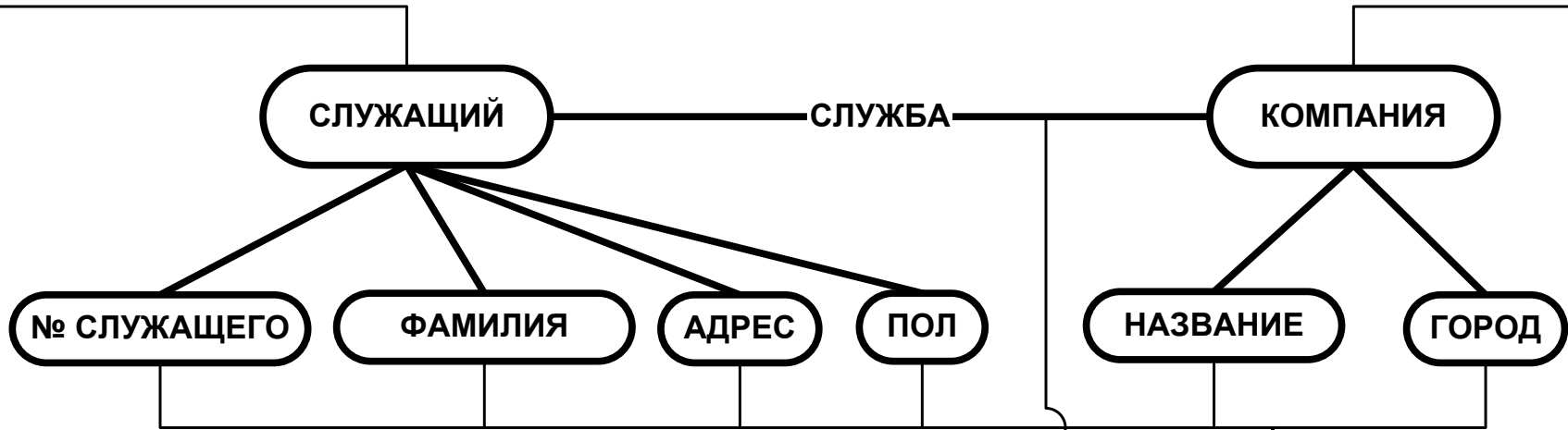
№ СЛУЖАЩЕГО	НАЗВАНИЕ
123	АЕС
862	АЕС
781	АЕС
523	ИБМ
123	ИБМ

Представление данных в виде графов



2.3. Ограничения целостности

Типизация ограничений целостности



1. Ограничения на значения атрибутов

2. Ограничения на отображения:

а) между атрибутами одного отношения

б) между отношениями

1) Ограничения целостности на значения атрибутов

Множество допустимых значений атрибутов можно задавать:

1) принадлежностью к определенному типу или домену

Рост INTEGER

2) сравнением с константой или значением атрибута того же отношения (возможны более сложные выражения)

Рост > 50 или Рост > Вес + 110

3) диапазоном

Рост BETWEEN 50 AND 300

4) перечислением значений

Пол IN {'м', 'ж'}

5) более сложным логическим выражением, включающим в виде атомов конструкции 2 – 4

(Пол = 'ж' AND Рост > Вес + 110) OR

(Пол = 'м' AND Рост > 180)

Отображение в математике

Отображение (функция, оператор) есть закон соответствия, сопоставляющий каждому элементу множества A некоторый (единственный) элемент множества B . $\varphi: A \rightarrow B$ означает, что задано отображение A в B , называемое φ .

Классификация Кофмана

Соответствие Γ между множествами E_1 и E_2 определено, если задан обычный граф $G \subseteq E_1 \times E_2$. Тогда говорят, что G – граф соответствия Γ , E_1 – область определения, а E_2 – область значений Γ . Соответствие, обратное Γ , обозначается Γ^{-1} , и E_2 – область определения, а E_1 – область значений Γ^{-1} .

Отображением множества E_1 во множество E_2 называется такое соответствие, которое любому $x \in E_1$ сопоставляет, по крайней мере, один $y \in E_2$. Тогда говорят, что элемент y – образ элемента x , а x – переменная или аргумент.

Функцией E_1 в E_2 называется такое отображение, которое каждому $x \in E_1$ сопоставляет один и только один $y \in E_2$.

Отображение в моделировании данных

В моделировании данных сложилась традиция называть самый общий случай соответствия отображением: «Бинарное отношение R множеств S_1 и S_2 определяет два отображения $R: S_1 \rightarrow S_2$ и $R^{-1}: S_2 \rightarrow S_1$, каждое из которых является обратным по отношению к другому».

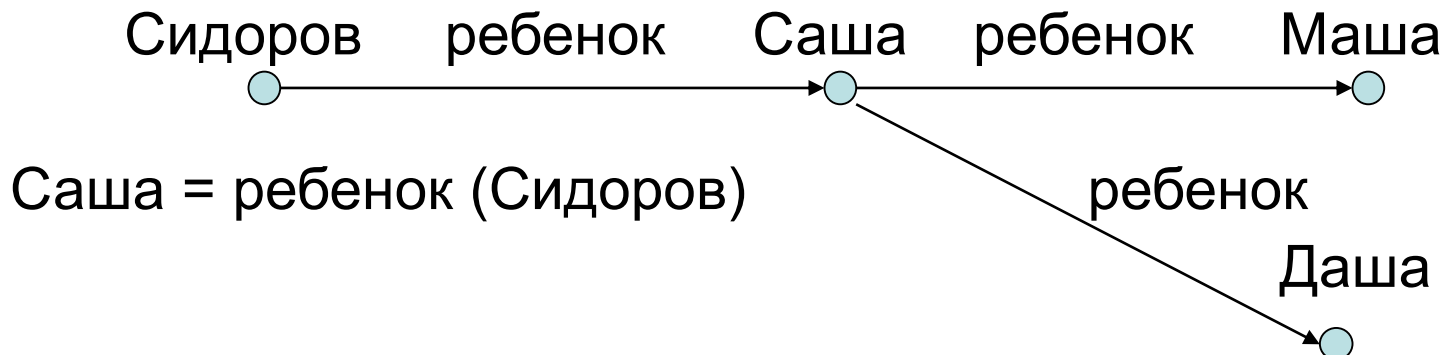
Семантически значимое отображение - это понятие, определяющее некоторый закон предметной области φ , по которому каждому объекту моделируемого мира может быть поставлен в соответствие (а может быть, и нет) один или более объектов $\varphi: A \rightarrow B$.

Каждый факт соответствия φ одному объекту одного другого объекта представляет экземпляр отображения φ (или экземпляр φ -отображения), все экземпляры одного и того же отображения φ , соответствующие одному объекту-прообразу, будем называть отображением φ этого объекта (или φ -отображением объекта).

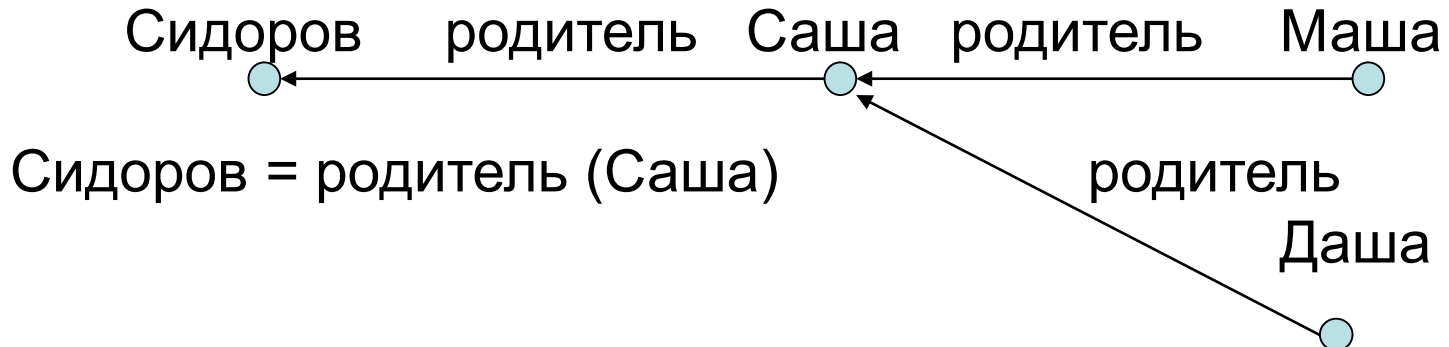
Отношение РОДИТЕЛЬ-РЕБЕНОК

Родитель	Ребенок
Сидоров	Саша
Саша	Маша
Саша	Даша

Отображение РЕБЕНОК: РОДИТЕЛЬ -> РЕБЕНОК



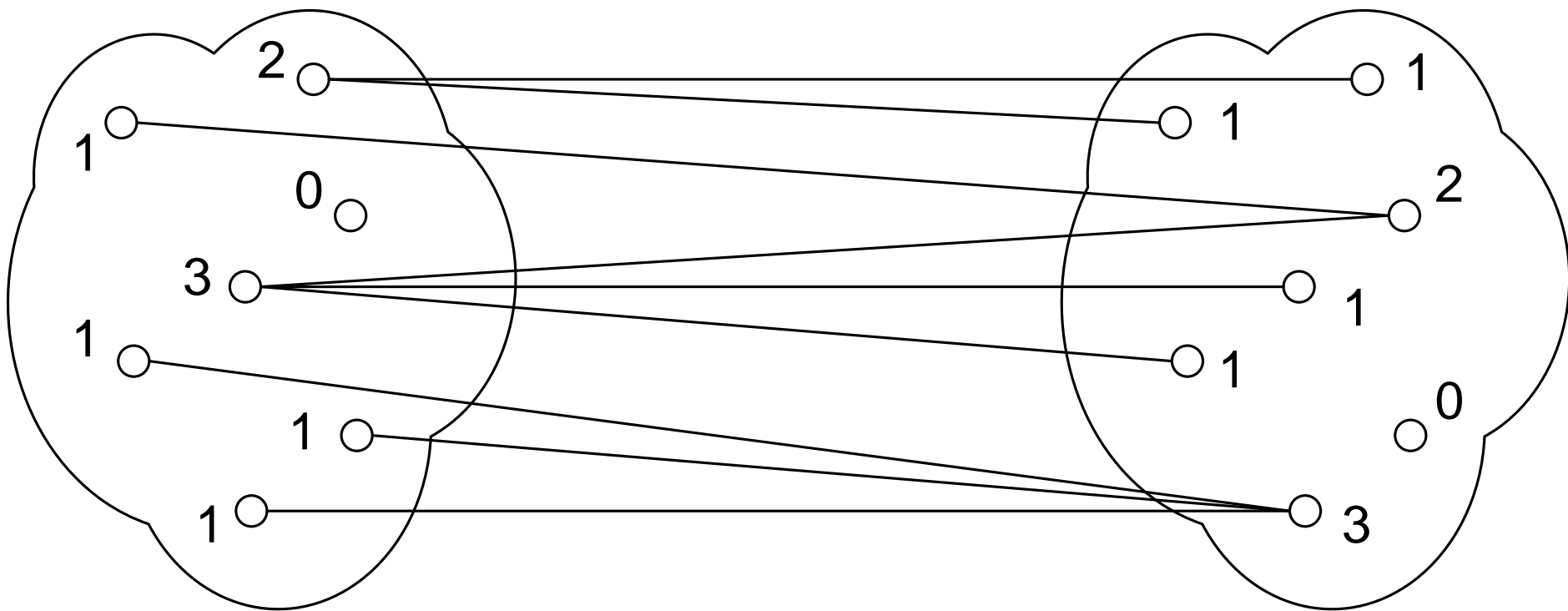
Отображение РОДИТЕЛЬ : РЕБЕНОК -> РОДИТЕЛЬ



Количественные характеристики отображений

φ -отображение объекта x характеризует **кардинальное число объекта x при отображении φ** (обозначение - $KЧ_{\varphi}(x)$) - мощность его области образов при этом отображении

$$\forall x \in \text{ЧЕЛОВЕК} : KЧ_{\text{родитель}}(x) = 2$$



Количественные характеристики отображений (продолжение)

Минимальное кардинальное число (МинКЧ)
отображения φ - это наименьшее из кардинальных чисел $KЧ_{\varphi}(x)$ объектов x , являющихся экземплярами области определения отображения (ООО) φ :

$$МинКЧ_{\varphi} = \min_{x=\text{экземпляр}(ООО(\varphi))} KЧ_{\varphi}(x)$$

$$МинКЧ_{\text{родитель}} = 2 \quad МинКЧ_{\text{ребенок}} = 0$$

Максимальное кардинальное число (МаксКЧ)
отображения φ - это наибольшее из кардинальных чисел $KЧ_{\varphi}(x)$ объектов x , являющихся экземплярами области определения отображения (ООО) φ :

$$МаксКЧ_{\varphi} = \max_{x=\text{экземпляр}(ООО(\varphi))} KЧ_{\varphi}(x)$$

$$МаксКЧ_{\text{родитель}} = 2 \quad МаксКЧ_{\text{ребенок}} = \infty$$

Нотации для определения количественных характеристик отображений и бинарных отношений

$R (S1 (0, \infty):S2 (0, 1))$

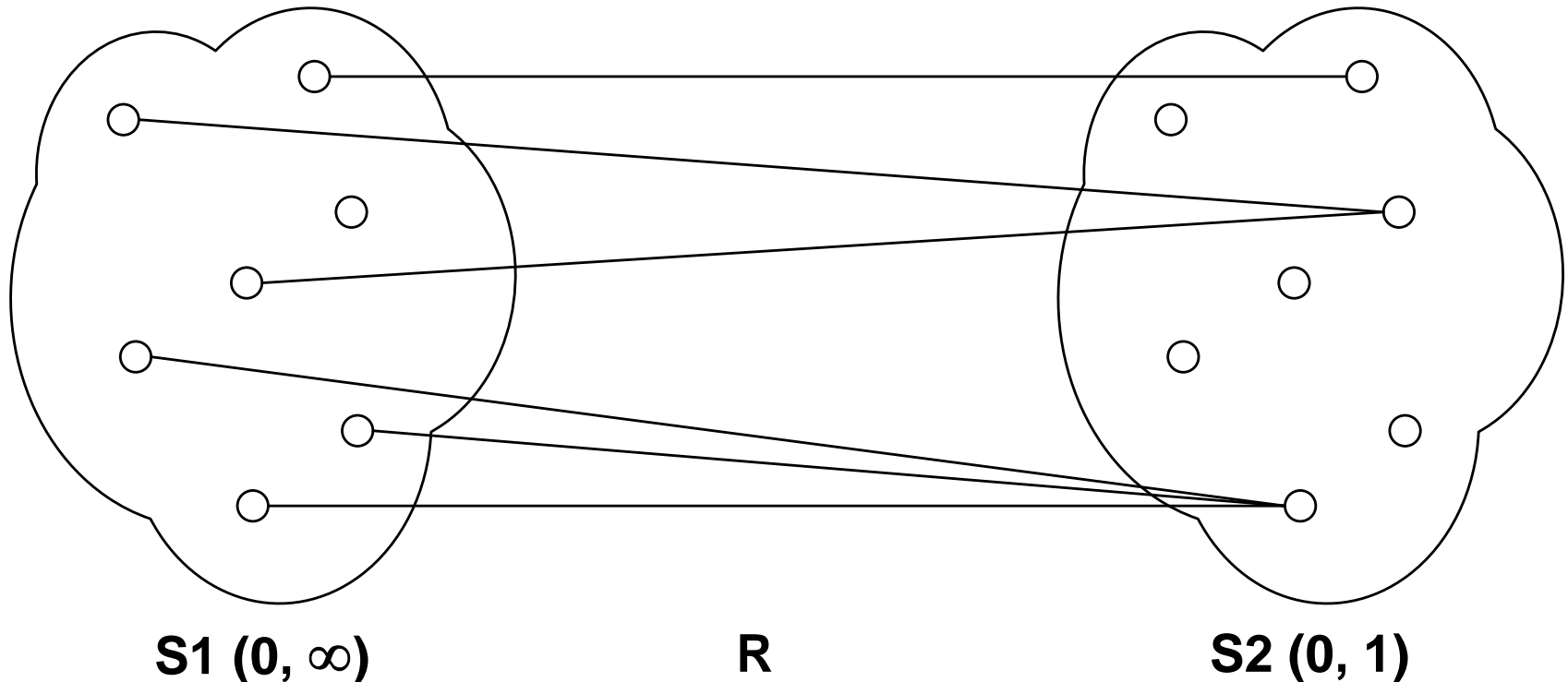
$S1 (0, \infty)$ означает, что для отображения $R^{-1}: S2 \rightarrow S1$ МинКЧ = 0, МаксКЧ = ∞

$S2 (0, 1)$ означает, что для отображения $R: S1 \rightarrow S2$ МинКЧ = 0, МаксКЧ = 1

1:1 («один-к-одному») - оба отображения функциональны

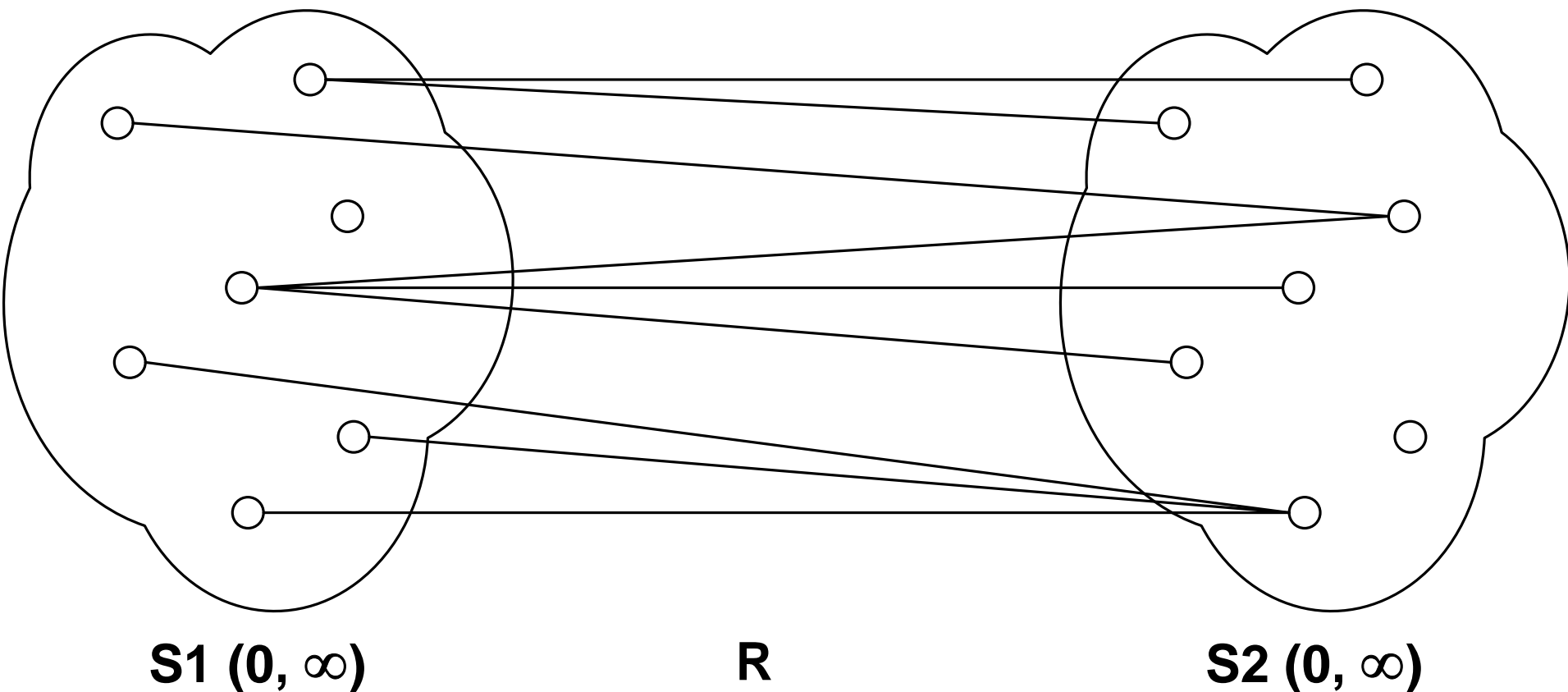
1:M («один-ко-многим») - одно отображение функционально, второе - нет

M:N («многие-ко-многим») - оба отображения не функциональны



Отношение типа R ($S1 (0, \infty):S2 (0, \infty)$) или M : N

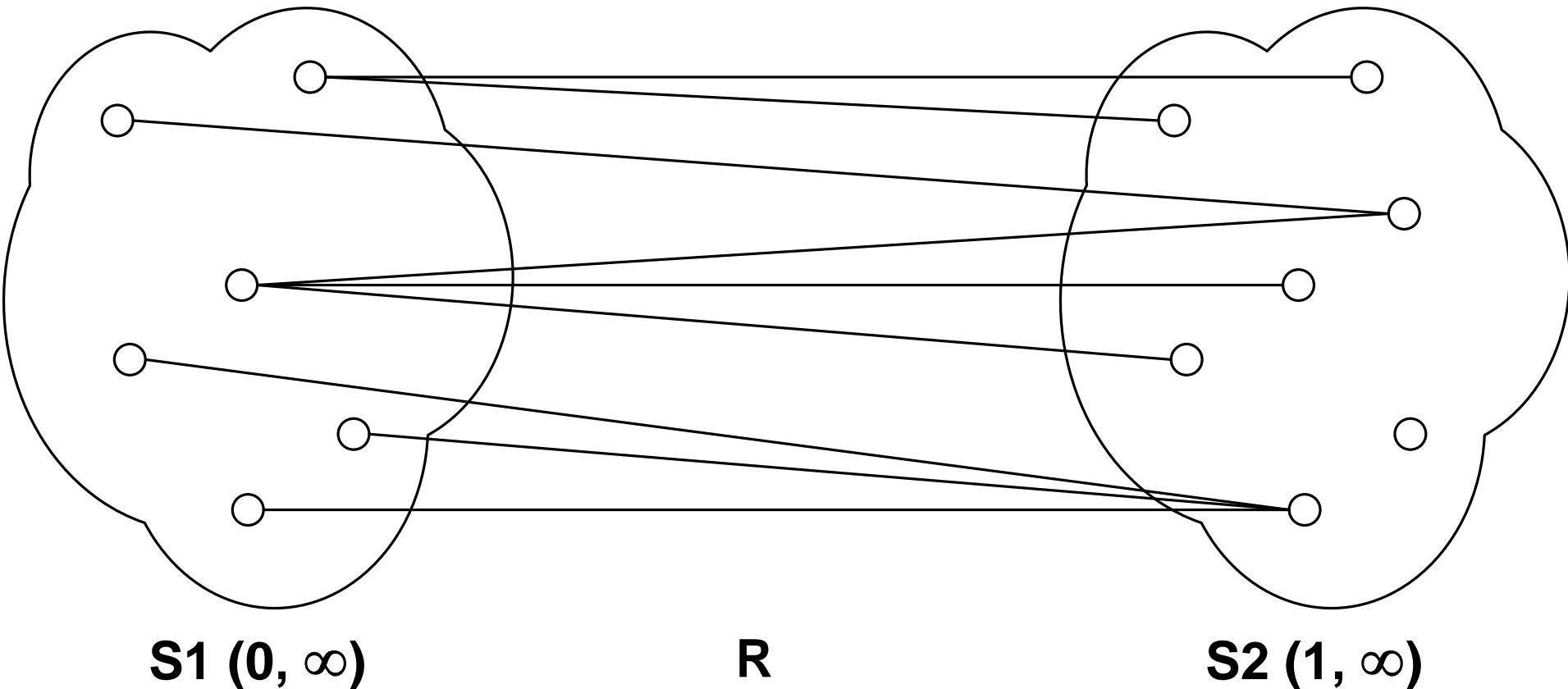
Отображение $S1 \rightarrow S2$ ничем не ограничено



Занятие (Сотрудник (0, ∞):Студент (0, ∞))

Отношение типа R ($S1 (0, \infty):S2 (1, \infty)$) или $M : N$

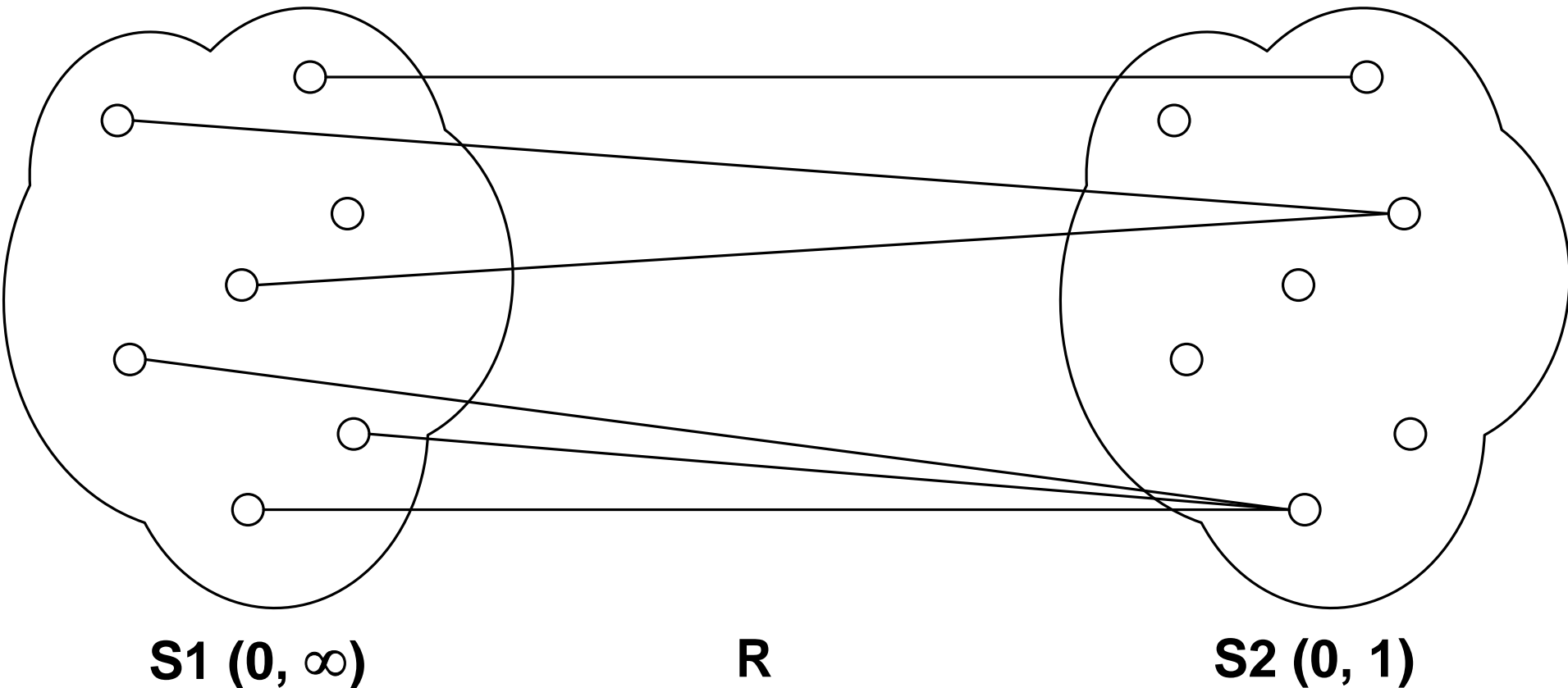
Отображение $S1 \rightarrow S2$ полностью определено



Занятие (Преподаватель $(0, \infty)$:Студент $(1, \infty)$)

Отношение типа R ($S1 (0, \infty):S2 (0, 1)$) или M : 1

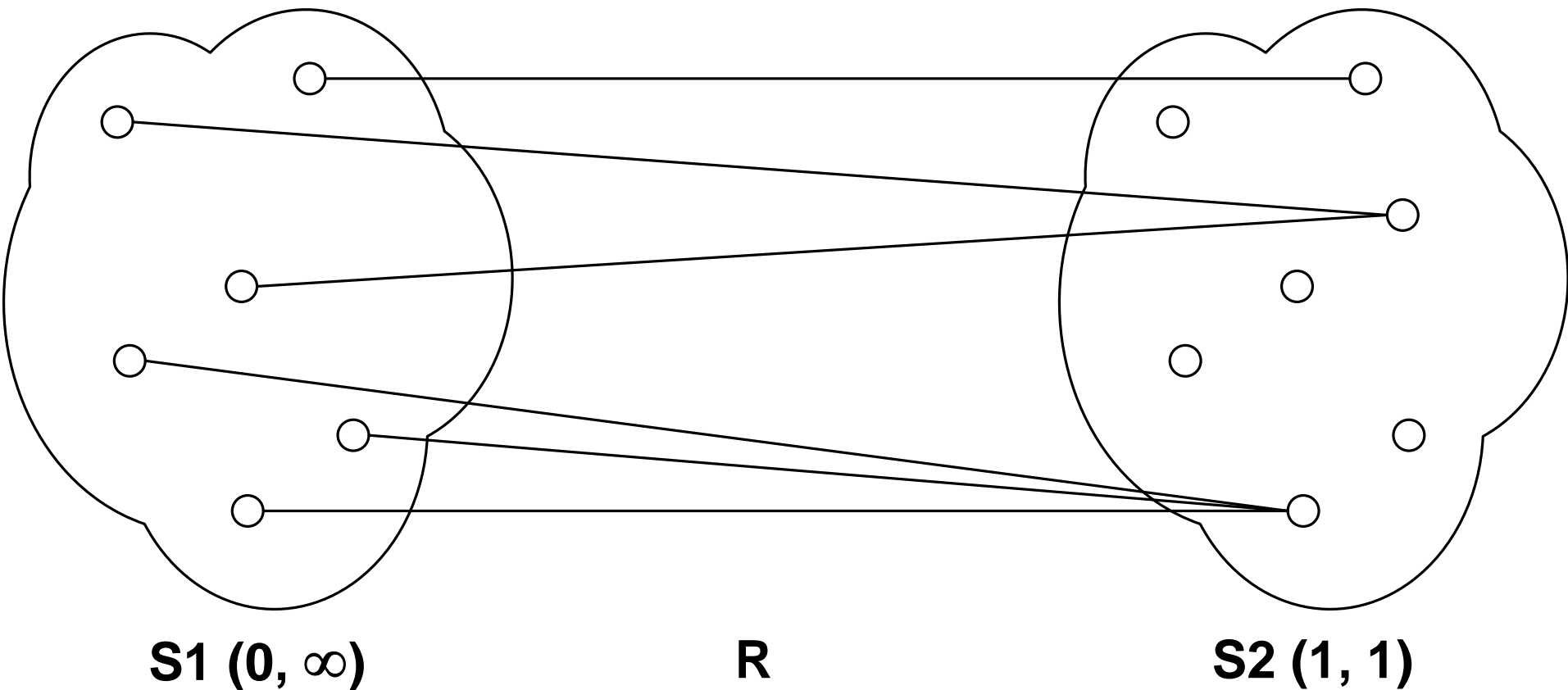
Отображение $S1 \rightarrow S2$ частичное функциональное



Распределение по группам (Студент $(0, \infty)$: Группа $(0, 1)$)

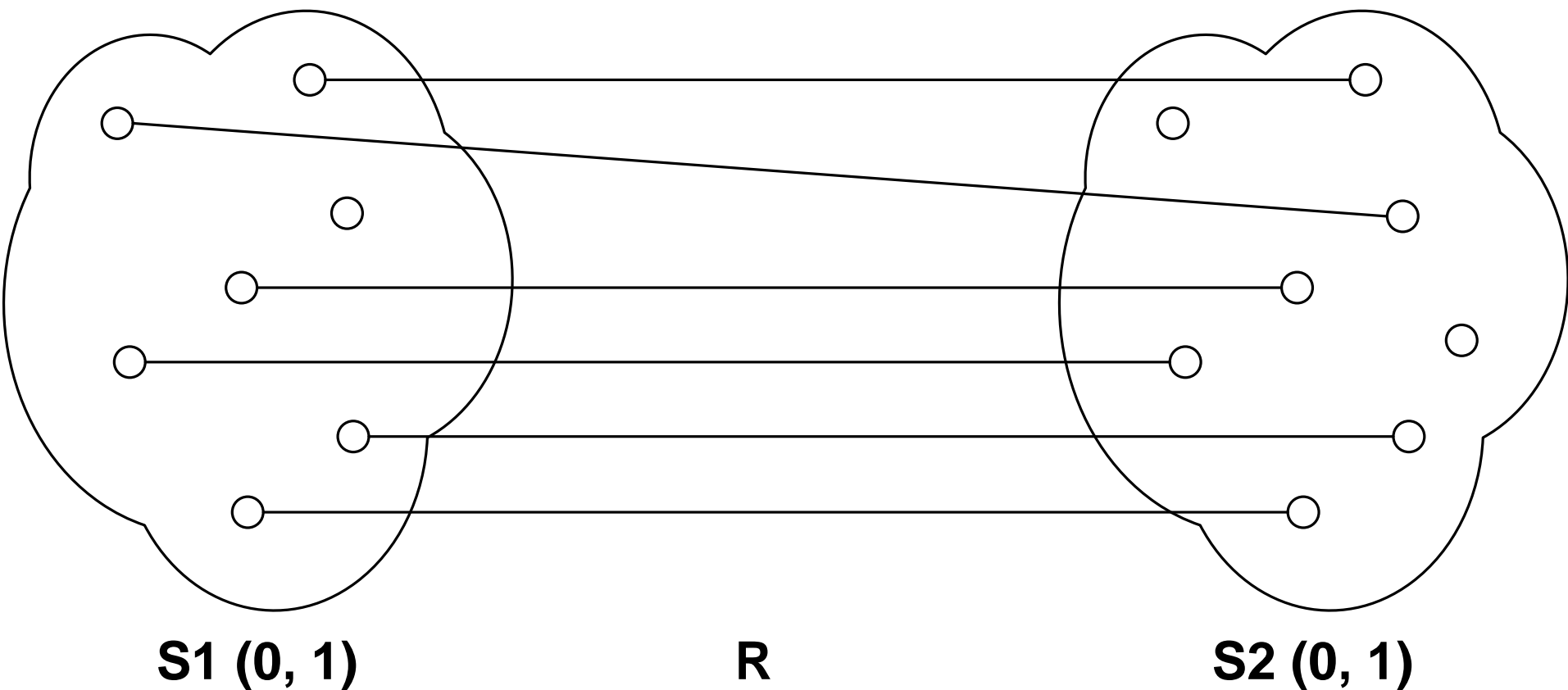
Отношение типа R ($S1 (0, \infty):S2 (1, 1)$) или $M : 1$

Отображение $S1 \rightarrow S2$ полное функциональное



Рождение (Ребенок $(0, \infty)$: Женщина $(1, 1)$)

Отношение типа R (S1 (0, 1):S2 (0, 1)) или 1 : 1

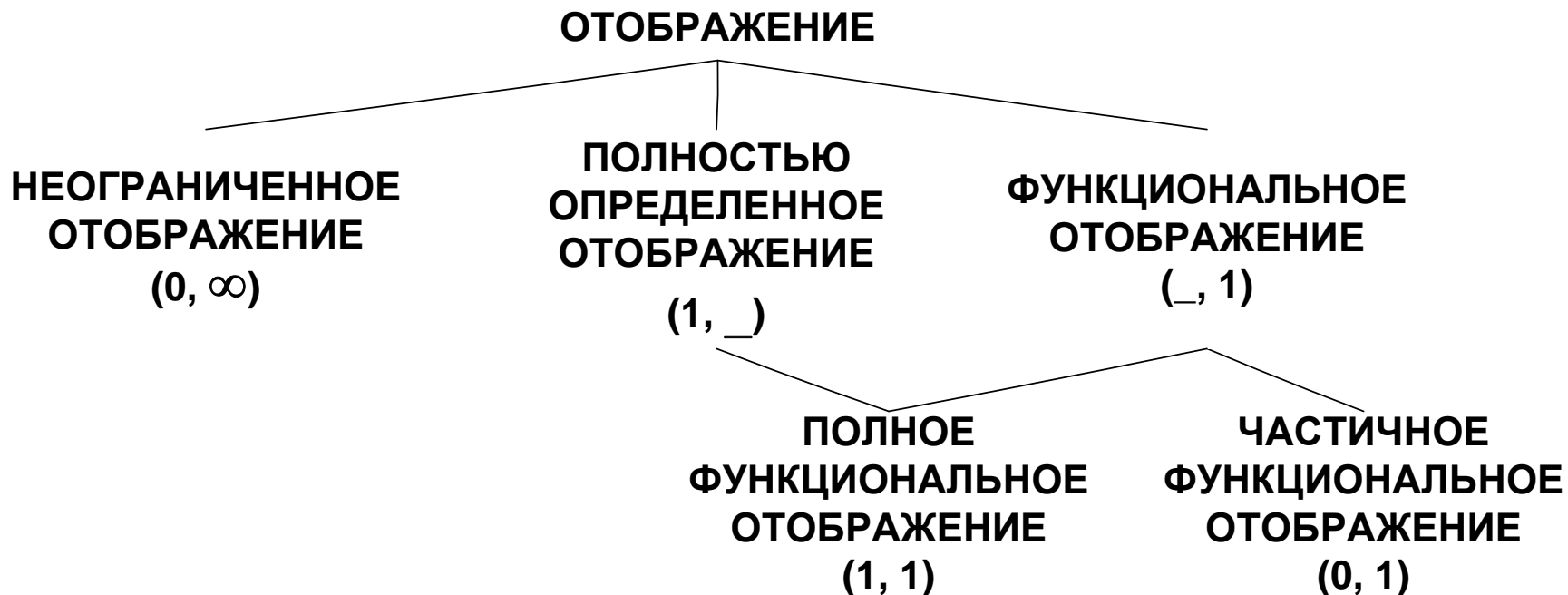


Совершеннолетие (Человек (0, 1): Паспорт РФ(0, 1))

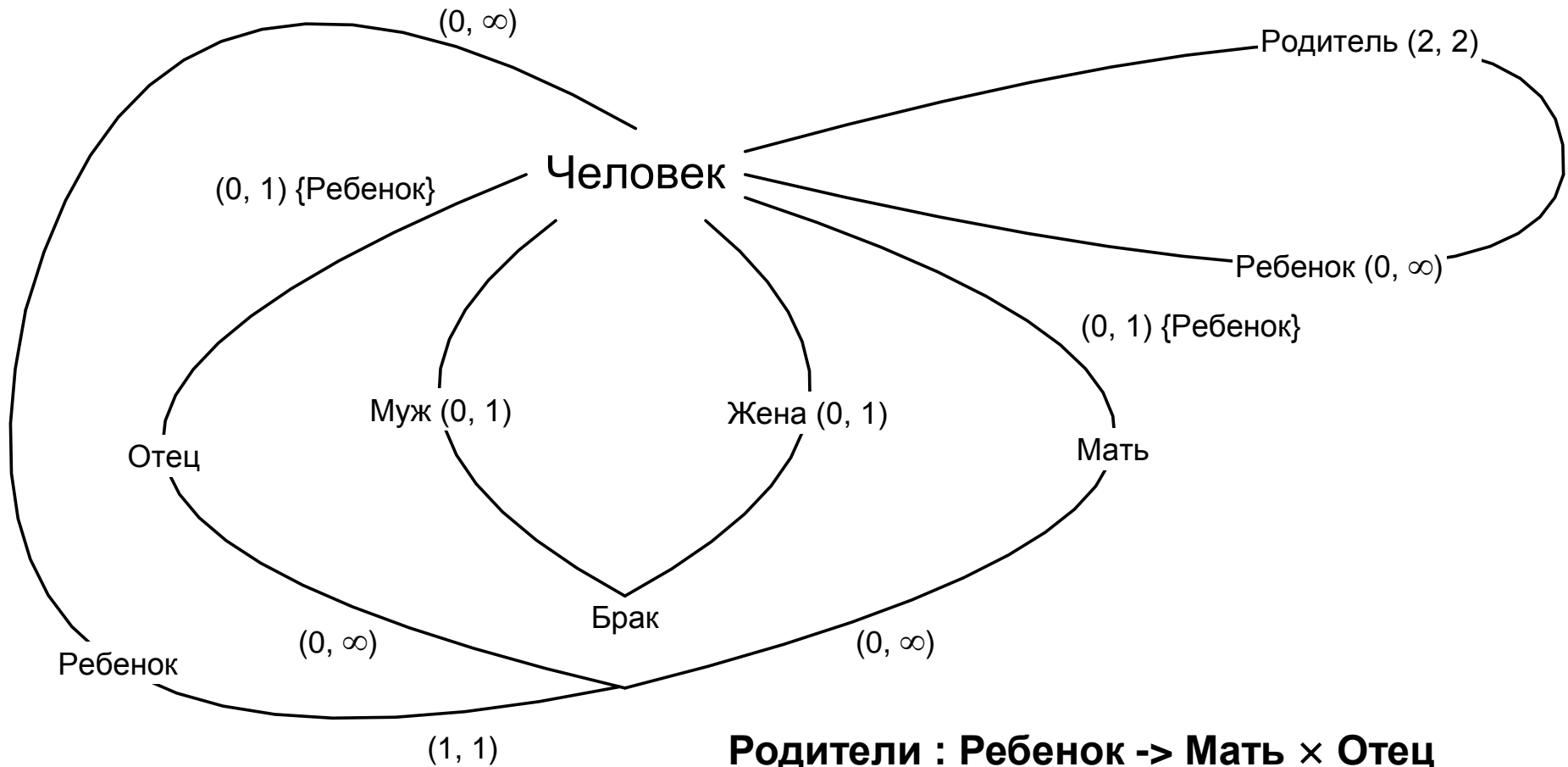
Соответствие понятий

Классификация Кофмана	Моделирование данных
Соответствие	Отображение
Отображение	Полностью определенное отображение
Функция	Полное функциональное отображение

Классификация отображений в моделировании данных



Сложные отображения



Родитель : Ребенок -> Родитель
Ребенок : Родитель -> Ребенок
Муж : Женщина -> Мужчина
Жена : Мужчина -> Женщина

Родители : Ребенок -> Мать × Отец
Ребенок : Мать × Отец -> Ребенок
Мать : Отец × Ребенок -> Мать
Отец с Ребенком : Мать -> Отец × Ребенок
Отец : Мать × Ребенок -> Отец
Мать с Ребенком : Отец -> Мать × Ребенок

2А) Ограничения целостности на отображения между атрибутами одного отношения

Ключ

СЛУЖАЩИЙ

№ СЛУЖАЩЕГО	ФАМИЛИЯ	АДРЕС	ПОЛ
123	СМИТ	ЭВЕЛИН, 19	Ж
862	ЛОКК	ШАТЕР, 85	М
781	БЭРР	КУИН, 16	М
523	ДЖОНС	ДЖОРДЖ, 3	Ж
324	ПИТЦ	ЛАНДИ, 22	Ж

№ СЛУЖАЩЕГО
123
862
781
523
324

UNIQUE

PRIMARY KEY

ФУНКЦИОНАЛЬНЫ

№ СЛУЖАЩЕГО UNIQUE или
№ СЛУЖАЩЕГО PRIMARY KEY

Недопустимость неопределенных значений

СЛУЖАЩИЙ

№ СЛУЖАЩЕГО	ФАМИЛИЯ	АДРЕС	ПОЛ
123	СМИТ	ЭВЕЛИН, 19	Ж
862	ЛОКК	ШАТЕР, 85	М
781	БЭРР	КУИН, 16	М
523	ДЖОНС	ДЖОРДЖ, 3	Ж
324	ПИТЦ	ЛАНДИ, 22	Ж

ФАМИЛИЯ
СМИТ
ЛОКК
БЭРР
ДЖОНС
ПИТЦ

NOT NULL

ПОЛНОСТЬЮ ОПРЕДЕЛЕНЫ

ФАМИЛИЯ NOT NULL
АДРЕС NULL

2Б) Ограничения целостности на отображения между отношениями

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ (№ ПРЕП, ФАМИЛИЯ, ...)

СТУДЕНТ (№ СТУД, ФАМИЛИЯ, ...)

ПРЕДМЕТ (№ ПРЕДМ, НАЗВАНИЕ, ...)

ЭКЗАМЕН (№_ПРЕП, №_СТУД, №_ПРЕДМ, ДАТА, ОЦЕНКА)

ASSERT ЭКЗАМЕН.№_ПРЕП IN ПРЕПОДАВАТЕЛЬ.№_ПРЕП

ASSERT ЭКЗАМЕН.№_СТУД IN СТУДЕНТ.№_СТУД

ASSERT ЭКЗАМЕН.№_ПРЕДМ IN ПРЕДМЕТ.№_ПРЕДМ

MAP FROM преп IN ПРЕПОДАВАТЕЛЬ TO [0:100]

экз IN ЭКЗАМЕН

WHERE преп.№_ПРЕП = экз.№_ПРЕП

MAP FROM экз IN ЭКЗАМЕН TO [1:1]

преп IN ПРЕПОДАВАТЕЛЬ

WHERE преп.№_ПРЕП = экз.№_ПРЕП

2.4. Операции

Операция над данными переводит БД из одного состояния в другое

Действия:

- Установка индикаторов текущих элементов (SET CURRENCY)
- Включение или добавление в БД новых элементов (INSERT)
- Обновление или модификация существующих элементов в БД (UPDATE)
- Удаление существующих элементов из БД (DELETE)
- Выборка информации из БД (SELECT)

Способы селекции данных:

- Селекция по указателям текущих (GET NEXT СТУДЕНТ)
- Селекция по данным (GET СТУДЕНТ WHERE Пол = 'ж')
- Селекция по связям (GET СТУДЕНТ WHERE СТУДЕНТ. Фамилия = АВТОМОБИЛЬ. Фамилия владельца)
- Комбинированный способ (GET NEXT СТУДЕНТ WHERE Пол = 'ж' AND СТУДЕНТ. Фамилия = АВТОМОБИЛЬ. Фамилия владельца)

Навигационные и спецификационные операции и языки

СХЕМА



ФАКУЛЬТЕТ (№ФАК, НАЗВАНИЕ)

ГРУППА (№ГРУППЫ, №ФАК)

СТУДЕНТ (ФАМИЛИЯ, №ГРУППЫ)

НАВИГАЦИОННЫЙ ЯЗЫК

FIND ФАКУЛЬТЕТ WHERE НАЗВАНИЕ = 'ФАКУЛЬТЕТ ИНФОРМАТИКИ'

FIND FIRST ГРУППА WHERE №ФАК = ФАКУЛЬТЕТ.№ФАК

цикл по группам факультета

GET FIRST СТУДЕНТ WHERE №ГРУППЫ = ГРУППА.№ГРУППЫ

цикл по студентам группы

печать СТУДЕНТ.ФАМИЛИЯ

GET NEXT СТУДЕНТ WHERE №ГРУППЫ = ГРУППА.№ГРУППЫ

конец цикла по студентам

FIND NEXT ГРУППА WHERE №ФАК = ФАКУЛЬТЕТ.№ФАК

конец цикла по группам

СПЕЦИФИКАЦИОННЫЙ ЯЗЫК

SELECT ФАМИЛИЯ FROM ФАКУЛЬТЕТ, ГРУППА, СТУДЕНТ

WHERE ФАКУЛЬТЕТ.№ФАК = ГРУППА.№ФАК AND ГРУППА.№ГРУППЫ =

СТУДЕНТ.№ГРУППЫ AND НАЗВАНИЕ = 'ФАКУЛЬТЕТ ИНФОРМАТИКИ'

Процедуры БД

Хранятся и выполняются на сервере

Состоят из разделов:

- условие
- действие
- результат

Классификация процедур:

- Функции агрегирования и другие функции и процедуры общего назначения
- Виртуальные атрибуты
- Триггеры целостности
- Триггеры безопасности
- Операторы доступа
- Триггеры БД, запускаемые операциями DML (INSERT, UPDATE, DELETE) (прикладные триггеры)
- Триггеры БД, запускаемые другими событиями в БД (системные триггеры)

2.5. Демонстрационная предметная область

Типы объектов

- **БОЛЬНИЦА** (Название, Адрес, Телефон, Число коек (Ч/К))
- **ПАЛАТА** (Номер палаты (Н/П), Название, Число коек (Ч/К))
- **ПЕРСОНАЛ** (Фамилия, Должность, Смена, Зарплата (З/П))
- **ВРАЧ** (Фамилия, Специальность)
- **ПАЦИЕНТ** (Регистрационный номер (Р/Н), Фамилия, Адрес, Дата рождения (Д/Р), Пол, Номер медицинского полиса (НМП))
- **ДИАГНОЗ** (Тип диагноза (Т/Д), Осложнения, Предупреждающая информация)
- **ЛАБОРАТОРИЯ** (Название, Адрес, Телефон)
- **АНАЛИЗ** (Тип анализа (Т/А), Назначенная дата (Н/Д), Назначенное время (Н/В), Номер направления (Н/Н), Состояние)

Типы связей

- **БОЛЬНИЧНАЯ ПАЛАТА** (БОЛЬНИЦА, ПАЛАТА)(1:М)
- **ШТАТНЫЙ ВРАЧ** (БОЛЬНИЦА, ВРАЧ)(1:М)
- **БОЛЬНИЦА-ЛАБОРАТОРИЯ** (БОЛЬНИЦА, ЛАБОРАТОРИЯ)(М:М)
- **ПЕРСОНАЛ ПАЛАТЫ** (ПАЛАТА, ПЕРСОНАЛ)(1:М)
- **РАЗМЕЩЕНИЕ** (ПАЛАТА, ПАЦИЕНТ)(1:М)(Номер койки (Н/К))
- **ВРАЧ-ПАЦИЕНТ** (ВРАЧ, ПАЦИЕНТ)(М:М)
- **АНАЛИЗ ПАЦИЕНТА** (ПАЦИЕНТ, АНАЛИЗ)(1:М)
- **ДИАГНОЗ ПАЦИЕНТА** (ПАЦИЕНТ, ДИАГНОЗ)(1:М)
- **ОБРАБОТКА АНАЛИЗА** (ЛАБОРАТОРИЯ, АНАЛИЗ)(1:М)