

Інститут спеціального зв'язку та захисту інформації НТУУ  
«КПІ»

Спеціальна кафедра № 5

## ЛЕКЦІЯ

з навчальної дисципліни  
“Організація баз даних та знань -1”

**Тема 3. Теорія нормалізації реляційної моделі даних.**

**Лекція 3/1-2. Функціональні залежності в реляційній моделі даних.**

Київ 2016

# Лекція 3/1. Функціональні залежності в реляційній моделі даних.

## Учбові питання лекції:

### Вступ.

1. Основні поняття.
2. Аксиоматика функціональних залежностей.
3. Логічне виведення функціональних залежностей.

### Література:

1. Пасічник В.В., Резніченко В.А. Організація баз даних та знань. – К.: Видавнича група ВНУ, 2006. – 384 с.
2. Малыгина М.П. Базы данных: основы, проектирование, использование. 2-е изд. перераб. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 528 с.
3. Базы данных: лабораторных практикум. [Электронный ресурс]. Составитель И.Е. Агапов. – Воронеж, 2005. – 91 с.
4. Андон Ф., Резниченко В. Язык запросов SQL. Учебный курс. – СПб.: Питер; Киев: Издательская группа ВНУ, 2006. – 416 с.: ил.
5. Зубрилина Т.В., Юрьев В.Н. Базы данных. Проектирование реляционных баз и хранилищ данных с использованием CASE-технологий: Учеб. пособие. СПб.: Изд-во Политехи, ун-та, 2007. 44с.
6. Маклаков СВ. VPwin и ERwin. CASE-средства разработки информационных систем. М.: Диалог - МИФИ, 2000.
7. Новожилова М.В., Резнікова С.Ю., Інформаційна безпека систем управління базами даних: Навчальний посібник. – Харків:ХДТУБА, 2004. – 185 с.
8. Гариндова Т.А., Харченко В.Ф. Базы данных и информационные системы. – СПб:

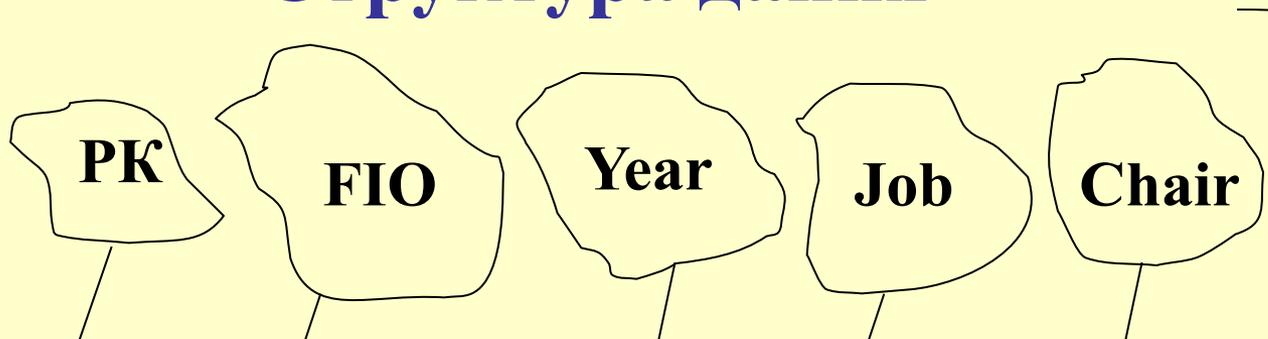
# Реляційна модель

## Структура даних



# Структура даних

Первинний  
КЛЮЧ



В  
і  
д  
н  
о  
ш  
е  
н  
н  
я

<i>PK</i>	<i>FIO</i>	<i>Year</i>	<i>Job</i>	<i>Chair</i>
1	Иванов И.И.	1948	Зав. каф.	22
2	Сидоров С.С.	1953	Проф.	22
3	Гиацинтова Г.Г.	1945	Проф.	22
4	Цветкова С.С.	1960	Доцент	22
5	Козлов К.К.	1959	Доцент	23
6	Петров П.П.	1960	Ст.преп.	23

Кортежи

Кардинальність

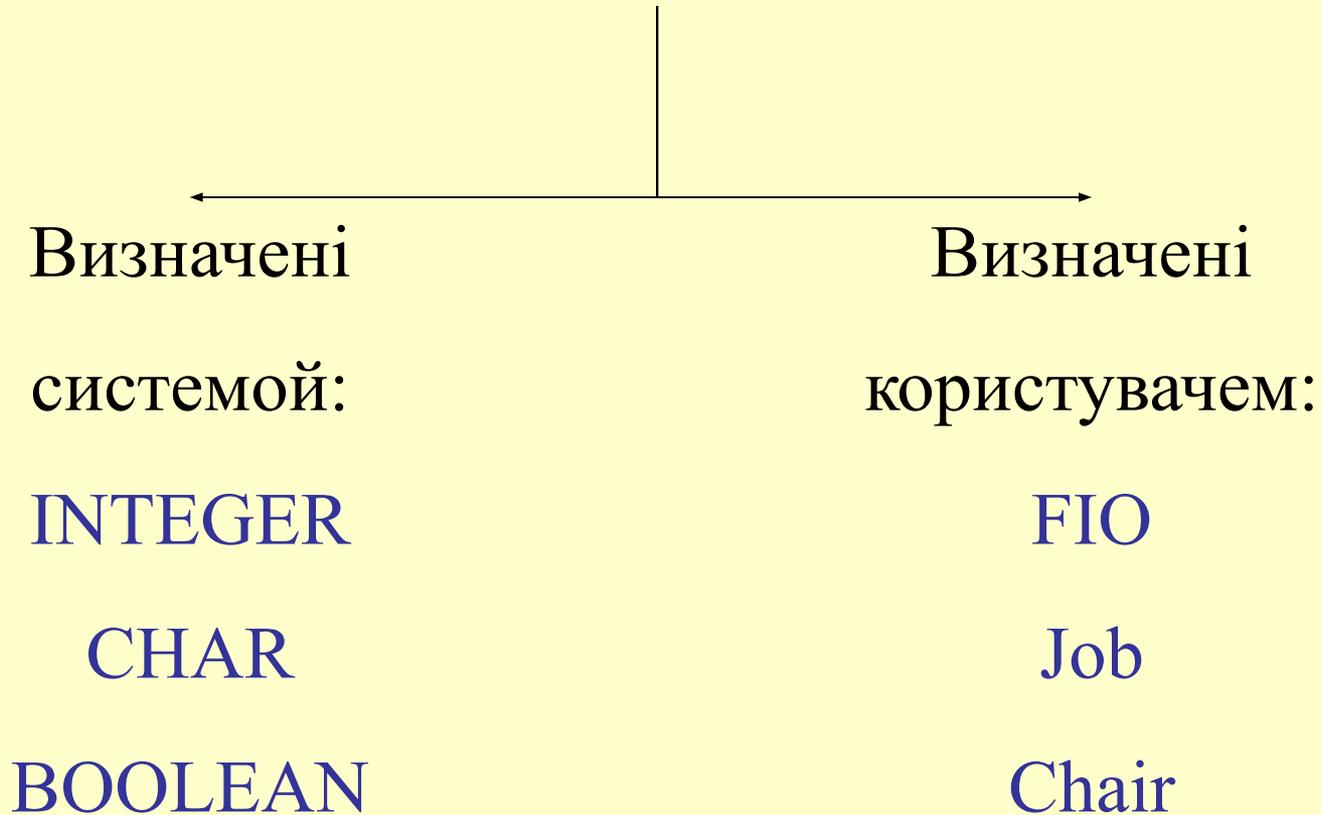
Атрибути

Степень

# Терміни описання структури таблиці

Формальний термін	Неформальний еквівалент
Відношення Кортеж Кардинальність Атрибут Степінь Первинний ключ Домен	Таблиця Строка или запись Кількість строк Столбец або поле Кількість столбців Уникальний ід. Множина дод. значень

# Домен (*тип даних*)



# Відношення

$$T = \{T_i; i = \overline{1, n}\} \quad - \text{множина доменів}$$

Відношення = заголовок + тіло

$$R = \langle H; t = \{t_j; j = \overline{1, m}\} \rangle$$

$$H = \{A_i : T_i; i = \overline{1, n}\}$$

$$t_j = \{A_i : v_i; i = \overline{1, n}\} \quad - \text{кортеж}$$

# Властивості відношень

- Не содержит одинаковых кортежей
- Кортежи не упорядочены в направлении сверху вниз
- Атрибуты не упорядочены слева направо
- Каждый кортеж содержит ровно одно значение для каждого атрибута

# Реляционная алгебра. Обзор операций

<p><b>Объединение</b> <b>Пересечение</b> <b>Разность</b> <b>Произведение</b></p>	<p><b>Выборка</b> <b>Проекция</b> <b>Соединение</b> <b>Деление</b></p>
<p><b>Соединение</b> <b>Пересечение</b> <b>Деление</b></p>	<p><b>Объединение</b> <b>Разность</b> <b>Произведение</b> <b>Выборка</b> <b>Проекция</b></p>

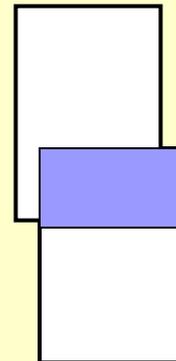
# U - Об'єднання

<i>FIO</i>	<i>Year</i>	<i>Job</i>	<i>Chair</i>
Цветкова С.С.	1960	Доцент	23
Козлов К.К.	1959	Доцент	23
Петров П.П.	1960	Ст.преп.	24
Лютикова Л. Л.	1977	Ассистен т	24

<i>FIO</i>	<i>Year</i>	<i>Job</i>	<i>Chair</i>
Иванов И.И.	1948	Зав. каф.	22
Сидоров С.С.	1953	Проф.	22
Гиацинтова Г. Г	1945	Проф.	22
Цветкова С.С.	1960	Доцент	23
Козлов К.К.	1959	Доцент	23

<i>FIO</i>	<i>Year</i>	<i>Job</i>	<i>Chair</i>
Иванов И.И.	1948	Зав. каф.	22
Сидоров С.С.	1953	Проф.	22
Гиацинтова Г. Г	1945	Проф.	22
Цветкова С.С.	1960	Доцент	23
Козлов К.К.	1959	Доцент	23
Петров П.П.	1960	Ст.преп.	24
Лютикова Л. Л.	1977	Ассистен т	24

# ∩ - Перетин

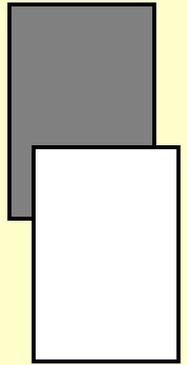


<i>FIO</i>	<i>Year</i>	<i>Job</i>	<i>Chair</i>
Иванов И.И.	1948	Зав. каф.	22
Сидоров С.С.	1953	Проф.	22
Гиацинтова Г.Г.	1945	Проф.	22
Цветкова С.С.	1960	Доцент	23
Козлов К.К.	1959	Доцент	23

<i>FIO</i>	<i>Year</i>	<i>Job</i>	<i>Chair</i>
Цветкова С.С.	1960	Доцент	23
Козлов К.К.	1959	Доцент	23
Петров П.П.	1960	Ст. преп.	24
Лютикова Л.Л.	1977	Ассистент	24

<i>FIO</i>	<i>Year</i>	<i>Job</i>	<i>Chair</i>
Цветкова С.С.	1960	Доцент	23
Козлов К.К.	1959	Доцент	23

# \ - Різниця



<i>FIO</i>	<i>Year</i>	<i>Job</i>	<i>Chair</i>
Иванов И.И.	1948	Зав. каф.	22
Сидоров С.С.	1953	Проф.	22
Гиацинтова Г.Г.	1945	Проф.	22
Цветкова С.С.	1960	Доцент	23
Козлов К.К.	1959	Доцент	23

<i>FIO</i>	<i>Year</i>	<i>Job</i>	<i>Chair</i>
Цветкова С.С.	1960	Доцент	23
Козлов К.К.	1959	Доцент	23
Петров П.П.	1960	Ст. преп.	24
Лютикова Л.Л.	1977	Ассистент	24

<i>FIO</i>	<i>Year</i>	<i>Job</i>	<i>Chair</i>
Иванов И.И.	1948	Зав. каф.	22
Сидоров С.С.	1953	Проф.	22
Гиацинтова Г.Г.	1945	Проф.	22

# × - Добуток

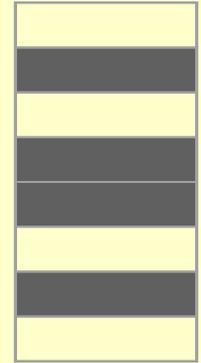
$$\begin{array}{|c|} \hline A \\ \hline B \\ \hline C \\ \hline \end{array} \times \begin{array}{|c|} \hline X \\ \hline Y \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|c|} \hline A & X \\ \hline A & Y \\ \hline B & X \\ \hline B & Y \\ \hline C & X \\ \hline C & Y \\ \hline \end{array}$$

<i>Job</i>
Зав. каф.
Проф.
Ст. преп
Доцент
Ассистент

<i>Chair</i>
22
23

<i>Job</i>	<i>Chair</i>
Зав. каф.	22
Зав. каф.	23
Проф.	22
Проф.	23
Ст. преп	22
Ст. преп	23
Доцент	22
Доцент	23
Ассистент	22
Ассистент	23

# $\sigma_F$ - Вибірка



<i>FIO</i>	<i>Year</i>	<i>Job</i>	<i>Chair</i>
Иванов И.И.	1948	Зав. каф.	22
Сидоров С.С.	1953	Проф.	22
Гиацинтова Г.Г.	1945	Проф.	22
Цветкова С.С.	1960	Доцент	23
Козлов К.К.	1959	Доцент	23
Петров П.П.	1960	Ст. преп.	24
Лютикова Л.Л.	1977	Ассистент	24

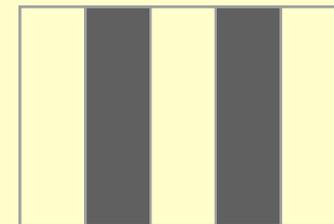
<i>FIO</i>	<i>Year</i>	<i>Job</i>	<i>Chair</i>
Иванов И.И.	1948	Зав. каф.	22
Сидоров С.С.	1953	Проф.	22
Гиацинтова Г.Г.	1945	Проф.	22

**Chair = 22**

**(Chair = 24) AND  
(Year < 1970)**

<i>FIO</i>	<i>Year</i>	<i>Job</i>	<i>Chair</i>
Петров П.П.	1960	Ст. преп.	24

# ↓ - Проекція



<i>FIO</i>	<i>Year</i>	<i>Job</i>	<i>Chair</i>
Иванов И.И.	1948	Зав. каф.	22
Сидоров С.С.	1953	Проф.	22
Гиацинтова Г.Г.	1945	Проф.	22
Цветкова С.С.	1960	Доцент	23
Козлов К.К.	1959	Доцент	23
Петров П.П.	1960	Ст. преп.	24
Лютикова Л.Л.	1977	Ассистент	24

<i>FIO</i>	<i>Job</i>
Иванов И.И.	Зав. каф.
Сидоров С.С.	Проф.
Гиацинтова Г.Г.	Проф.
Цветкова С.С.	Доцент
Козлов К.К.	Доцент
Петров П.П.	Ст. преп.
Лютикова Л.Л.	Ассистент

# II - Об'єднання

<i>FIO</i>	<i>Job</i>	<i>Chair</i>
Иванов И.И.	Зав. каф.	22
Сидоров С.С.	Проф.	22
Гиацинтова Г.Г.	Проф.	22
Цветкова С.С.	Доцент	23
Козлов К.К.	Доцент	23
Петров П.П.	Ст. преп.	24
Лютикова Л.Л.	Ассистент	24

<i>Job</i>	<i>Pay</i>
Зав. каф.	3000
Проф.	2500
Доцент	2000
Ст. преп.	1500
Ассистент	1200

A1	B1
A2	B1
A3	B3

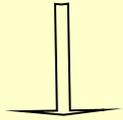
B1	C1
B2	C1
B3	C3

A1	B1	C1
A2	B1	C1
A3	B2	C2

<i>FIO</i>	<i>Job</i>	<i>Chair</i>	<i>Pay</i>
Иванов И.И.	Зав. каф.	22	3000
Сидоров С.С.	Проф.	22	2500
Гиацинтова Г.Г.	Проф.	22	2500
Цветкова С.С.	Доцент	23	2000
Козлов К.К.	Доцент	23	2000
Петров П.П.	Ст. преп.	24	1500
Лютикова Л.Л.	Ассистент	24	1200

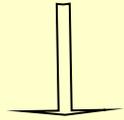
# Ділення

Делимое



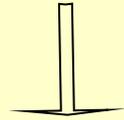
<i>Job</i>
Зав. каф.
Проф.
Доцент
Ст.преп.
Ассистент

Посредник



<i>Job</i>	<i>Chair</i>
Зав. каф.	22
Проф.	22
Доцент	22
Зав. каф.	23
Доцент	23
Ст.преп.	24
Ассистент	24

Делитель



<i>Chair</i>
22

<i>Chair</i>
22
23

<i>Job</i>
Зав. каф.
Проф.
Доцент

<i>Job</i>
Зав. каф.
Доцент

# Цілісність даних

## Классификация ограничений целостности

- *Ограничения типа (домена)* – перечень допустимых значений типа
- *Ограничения атрибута* – объявление о том, что определенный атрибут имеет определенный тип
- *Ограничения отношения* – допустимые значения для данного отношения
- *Ограничения базы данных* – взаимосвязи между отношениями

# 12 правил Кодда

1. Правило информации
2. Правило гарантированного доступа
3. Правило поддержки недействительных значений
4. Правило динамического каталога, основанного на реляционной модели
5. Правило исчерпывающего подязыка данных
6. Правило обновления представлений
7. Правило добавления, обновления и удаления
8. Правило независимости физических данных
9. Правило независимости логических данных
10. Правило независимости условий целостности
11. Правило независимости распространения
12. Правило единственности

ФИО студент	Сем	Дисциплина	ФО	О	КЧ	ФИО преподават.
Петрова А.П.	1	Английский язык	зачет	1	60	Цветкова А.Ю.
Петрова А.П.	1	Мат. анализ	зачет	1	28	Рыбин К.К.
Петрова А.П.	1	Мат. анализ	экзамен	3	32	Раков И.И.
Петрова А.П.	1	Программирование	зачет	1	36	Незабудкина З.П.
Петрова А.П.	1	Программирование	экзамен	4	32	Зайчиков А.А.
Петрова А.П.	1	Линейная алгебра	зачет	1	24	Волков Г.И.
Петрова А.П.	1	Линейная алгебра	экзамен	4	28	Волков Г.И.
Петрова А.П.	1	История Отечества	экзамен	5	24	Москвин А.П.
Сидоров К.К.	3	Английский язык	зачет	1	60	Цветкова А.Ю.
Сидоров К.К.	3	Мат. анализ	зачет	1	20	Карпов К.Ю.
Сидоров К.К.	3	Мат. анализ	экзамен	5	28	Раков И.И.
Сидоров К.К.	3	Теория вероятностей и мат. статистика	экзамен	4	32	Соболев И.Г.
Сидоров К.К.	3	Операционные системы, среды и оболочки	зачет	1	36	Незабудкина З.П.
Сидоров К.К.	3	Операционные системы, среды и оболочки	экзамен	4	32	Незабудкина З.П.
Сидоров К.К.	3	Экономическая теория	зачет	1	24	Лабиринтов Е.Н.

# Функциональная зависимость

*Функциональная зависимость* описывает связь между атрибутами отношения: если в отношении  $R$ , содержащем атрибуты  $A$  и  $B$ , атрибут  $B$  функционально зависит от атрибута  $A$ , то каждое отдельное значение атрибута  $A$  связано только с одним значением атрибута  $B$  (причем в качестве  $A$  и  $B$  могут выступать группы атрибутов).

$A$  - *детерминант* функциональной зависимости.

$A \rightarrow B \implies \text{Сотрудник} \rightarrow \text{Должность} \implies \text{«Еремеев В.К.»} \rightarrow \text{«Профессор»}$

$A \rightarrow B$  является *полной*, если удаление какого-либо атрибута из группы атрибутов  $A$  приводит к потере этой зависимости

$A \rightarrow B$  является *частичной*, если в группе атрибутов  $A$  есть один или несколько атрибутов, при удалении которых эта зависимость сохраняется

$A \rightarrow B, B \rightarrow C$  - атрибут  $C$  связан *транзитивной зависимостью* с атрибутом  $A$  через атрибут  $B$

# Многозначная зависимость:

если для каждого значения одного атрибута существует хорошо определенное множество соответствующих значений второго атрибута.

<b>Дисциплина</b>	<b>Преподаватель</b>	<b>Форма отч.</b>
<b>Мат. анализ</b>	<b>Раков И.И.</b>	<b>экзамен</b>
<b>Мат. анализ</b>	<b>Рыбин К.К.</b>	<b>экзамен</b>
<b>Мат. анализ</b>	<b>Карпов К.Ю.</b>	<b>экзамен</b>
<b>Мат. анализ</b>	<b>Раков И.И.</b>	<b>зачет</b>
<b>Мат. анализ</b>	<b>Рыбин К.К.</b>	<b>зачет</b>
<b>Мат. анализ</b>	<b>Карпов К.Ю.</b>	<b>зачет</b>

Фрагмент таблицы «Прием экзаменов (зачетов)»

# Нормальные формы

Таблица находится *в первой нормальной форме (1НФ)* тогда и только тогда, когда в любом допустимом значении этой таблицы каждая ее строка содержит только одно значение для каждого атрибута (столбца).

Сессия (ФИО студента, Дисциплина, Семестр, Форма отчетности,  
Кол-во часов, Оценка, ФИО преподавателя, Должность)

Таблица находится *во второй нормальной форме (2НФ)*, если она удовлетворяет определению 1НФ и все ее атрибуты (столбцы), не входящие в первичный ключ, связаны полной функциональной зависимостью с первичным ключом.

Сессия (ФИО студента, Дисциплина, Семестр, Форма отчетности,  
Кол-во часов, Оценка, ФИО преподавателя, Должность)

# Нормальные формы

Таблица находится *в третьей нормальной форме (3НФ)*, если она удовлетворяет определению 2НФ и ни один из ее не ключевых атрибутов не связан функциональной зависимостью с любым другим не ключевым атрибутом.

Сессия (ФИО студента, Дисциплина, Семестр, Форма отчетности, Кол-во часов, Оценка, **ФИО преподавателя, Должность**)

Таблица находится *в нормальной форме Бойса-Кодда (НФБК)* тогда и только тогда, когда любая функциональная зависимость между ее атрибутами сводится к полной функциональной зависимости от *возможного* первичного ключа.

# Нормальные формы

**Полной декомпозицией** таблицы называют такую совокупность произвольного числа ее проекций, соединение которых полностью совпадает с содержимым таблицы.

Дисциплина	Преподаватель	Форма отч.
Мат. анализ	Раков И.И.	экзамен
Мат. анализ	Рыбин К.К.	экзамен
Мат. анализ	Карпов К.Ю.	экзамен
Мат. анализ	Раков И.И.	зачет
Мат. анализ	Рыбин К.К.	зачет
Мат. анализ	Карпов К.Ю.	зачет

Дисциплина	Форма отч.
Мат. анализ	экзамен
Мат. анализ	зачет

Дисциплина	Преподаватель
Мат. анализ	Раков И.И.
Мат. анализ	Рыбин К.К.
Мат. анализ	Карпов К.Ю.

# Нормальные формы

Таблица находится *в пятой нормальной форме (5НФ)* тогда и только тогда, когда в каждой ее полной декомпозиции все проекции содержат возможный ключ. Таблица, не имеющая ни одной полной декомпозиции, также находится в 5НФ.

*Четвертая нормальная форма (4НФ)* является частным случаем 5НФ, когда полная декомпозиция должна быть соединением **ровно двух проекций**. На практике не просто подобрать реальную таблицу, которая находилась бы в 4НФ, но не была бы в 5НФ.

## *Нормализация –*

это процесс последовательной замены таблицы ее полными декомпозициями до тех пор, пока все они не будут находиться в 5НФ

### Процедура нормализации:

в таблице единственными функциональными зависимостями должны быть зависимости вида

**$A \rightarrow K$**

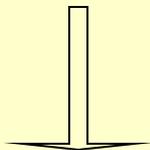
**K** - первичный ключ,

**A** - некоторый атрибут

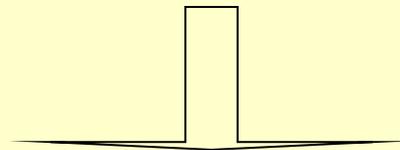
# шаг 1

(K1,K2) - РК;

A = F(K2);



Сессия (ФИО студента, Дисциплина, Семестр, Форма отчетности, Кол-во часов, Оценка, ФИО преподавателя)



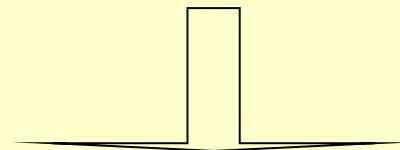
T(K2, A);

K2 – РК;

A - удалить из первоначальной таблицы.

Учебный план (Дисциплина, Семестр, Форма отчетности, Кол-во часов, ФИО преподавателя)

Сессия (ФИО студента, Дисциплина, Семестр, Форма отчетности, Оценка)



Учебный план (№ Уч. план, Дисциплина, Семестр, Форма отчетности, Кол-во часов, ФИО преподавателя)

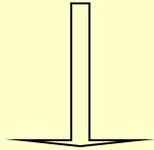
Сессия (ФИО студента, № Уч. план, Оценка)

## шаг 2

**К – РК**

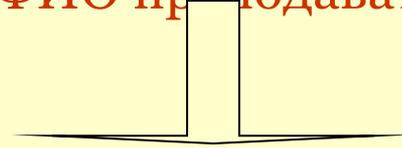
**A1 = F(K)**

**A2 = F(A1)**



**Учебный план** (Дисциплина, Семестр, Форма отчетности,

Кол-во часов, **ФИО преподавателя, Должность**)



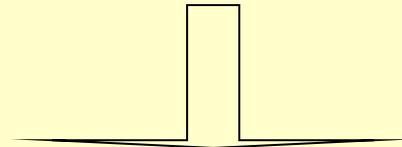
**T(A1, A2);**

**A1 – РК;**

**A2** - удалить из первоначальной таблицы.

**Учебный план** (Дисциплина, Семестр, Форма отчетности, Кол-во часов, **ФИО преподавателя**)

**Кадровый состав** (ФИО преподавателя, **Должность**)



**Учебный план** (Дисциплина, Семестр, Форма отчетности,

Кол-во часов, **№ преподавателя**)

**Кадровый состав** (№ преподавателя, **ФИО преподавателя,**

# Получение реляционной схемы из ER-диаграммы

1. Каждая простая сущность превращается в таблицу (отношение). Имя сущности становится именем таблицы.
2. Связь «многие ко многим» рассматривается как сущность-связь и превращается в таблицу (отношение).
3. Каждый атрибут становится возможным столбцом с тем же именем.
4. Компоненты уникального идентификатора сущности превращаются в первичный ключ. Если имеется несколько возможных уникальных идентификатора, выбирается наиболее используемый.
5. Связи «многие к одному» и «один к одному» становятся внешними ключами. Т.е. делается копия уникального идентификатора с конца связи «один», и соответствующие столбцы составляют внешний ключ.
6. Индексы создаются для первичного ключа (уникальный индекс), а также внешних ключей и тех атрибутов, которые будут часто использоваться в запросах.

# Завдання для самостійної роботи:

1. Повторити матеріал лекції.
2. Повторити основні елементи БД: алфавіт, лексика, синтаксис, семантика, прагматика.
3. Підготуватися до вхідного контролю у формі контрольної роботи по варіантах.