Бюджетное учреждение высшего образования

Ханты-Мансийского автономного округа – Югры

«СУРГУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Политехнический институт

Кафедра АСОИУ

Лабораторная работа №3

Выполнил: студент группы 606-12,

Демьянцев Виталий Владиславович

Проверила: Старший преподаватель,

Юрчишина Мария Владимировна

Сургут 2025

## Сургут 2025Формирование отношений

На основе ранее построенной ER-модели инвестиционной системы сформированы следующие отношения (таблицы):

* **Client (Клиент)**
  + client\_id: Уникальный идентификатор клиента.
  + tax\_status: Налоговый статус (“Resident”/“NonResident”).
  + full\_name: ФИО клиента.
  + email: Электронная почта (опционально).
  + phone: Телефон (опционально).
  + registration\_date: Дата регистрации клиента.
* **InvestmentAccount (Инвестиционный счёт)**
  + account\_id: Уникальный идентификатор счёта.
  + client\_id: Внешний ключ на клиента.
  + account\_type: Тип счёта (“Brokerage”/“IIS”/“Trust”).
  + open\_date: Дата открытия счёта.
* **Instrument (Финансовый инструмент)**
  + instrument\_id: Уникальный идентификатор инструмента.
  + name: Название инструмента (например, “Сбербанк”).
  + category: Категория инструмента (“Stock”/“Bond”/“ETF”).
  + expected\_payout\_per\_unit: Ожидаемая выплата на единицу (дивиденд/купон).
  + current\_price: Текущая цена инструмента.
  + expected\_payout\_date: Ожидаемая дата выплаты.
* **Transaction (Транзакция)**
  + transaction\_id: Уникальный идентификатор транзакции.
  + account\_id: Внешний ключ на счёт.
  + instrument\_id: Внешний ключ на инструмент.
  + type: Тип операции (“Buy”/“Sell”).
  + quantity: Количество единиц (положительное для покупок, отрицательное для продаж).
  + price\_per\_unit: Цена за единицу.
  + commission: Комиссия за транзакцию.
  + transaction\_date: Дата и время транзакции.
* **Payout (Выплата)**
  + payout\_id: Уникальный идентификатор выплаты.
  + transaction\_id: Внешний ключ на транзакцию (покупка для дивидендов, продажа для прибыли).
  + type: Тип выплаты (“Profit”/“Dividends”).
  + amount: Сумма выплаты.
  + payout\_date: Дата выплаты.
* **TaxObligation (Налоговое обязательство)**
  + tax\_obligation\_id: Уникальный идентификатор налога.
  + payout\_id: Внешний ключ на выплату.
  + amount: Сумма налога.
  + due\_date: Срок уплаты налога.
  + calculation\_basis: Основание налога (например, “НДФЛ на дивиденды”).

**Примечание**:  
Изначально в таблице InvestmentAccount был атрибут balance, который хранил текущий баланс счёта. При анализе обнаружена транзитивная зависимость: balance зависел от сумм выплат (Payout.amount) и налогов (TaxObligation.amount), а не напрямую от account\_id. Это нарушало 3 нормальную форму, так как неключевой атрибут balance зависел от данных других таблиц. Атрибут balance удалён, и баланс теперь вычисляется динамически. Также в таблице Transaction был атрибут total\_amount, который зависел от quantity, price\_per\_unit и commission, что также нарушало 3НФ. Атрибут total\_amount удалён, и сумма транзакции вычисляется как quantity \* price\_per\_unit + commission.

## Выбор ключей

Для каждого отношения определены кандидатные ключи, и выбран первичный ключ:

* **Client**:
  + **Кандидатные ключи**: client\_id.
  + **Первичный ключ**: client\_id (уникальный идентификатор клиента, наилучший выбор).
* **InvestmentAccount**:
  + **Кандидатные ключи**: account\_id.
  + **Первичный ключ**: account\_id (уникальный идентификатор счёта).
* **Instrument**:
  + **Кандидатные ключи**: instrument\_id, name.
  + **Первичный ключ**: instrument\_id (наилучший выбор, так как идентификатор надёжнее).
* **Transaction**:
  + **Кандидатные ключи**: transaction\_id.
  + **Первичный ключ**: transaction\_id (уникальный идентификатор транзакции).
* **Payout**:
  + **Кандидатные ключи**: payout\_id.
  + **Первичный ключ**: payout\_id (уникальный идентификатор выплаты).
* **TaxObligation**:
  + **Кандидатные ключи**: tax\_obligation\_id, payout\_id (так как связь с Payout 1:1).
  + **Первичный ключ**: tax\_obligation\_id (наилучший выбор, так как это стандартный идентификатор).

## Нормальные формы

### Проверка 1 нормальной формы (1НФ)

**Условие 1НФ**: Все атрибуты атомарны, нет повторяющихся групп.

* Все отношения (Client, InvestmentAccount, Instrument, Transaction, Payout, TaxObligation) содержат только атомарные атрибуты (например, full\_name в Client — это строка, calculation\_basis в TaxObligation — текст). Повторяющихся групп нет, так как структура таблиц плоская.
* Все отношения находятся в 1НФ. Преобразование не требуется.

### Проверка 2 нормальной формы (2НФ)

**Условие 2НФ**: Отношение в 1НФ, и все неключевые атрибуты полностью функционально зависят от первичного ключа.

* **Client**, **InvestmentAccount**, **Instrument**, **Transaction**, **Payout**, **TaxObligation**:
  + Первичные ключи простые (client\_id, account\_id, instrument\_id, transaction\_id, payout\_id, tax\_obligation\_id).
  + Все неключевые атрибуты (например, tax\_status, account\_type, quantity, amount) зависят от всего первичного ключа.
  + Отношения в 2НФ.

Все отношения находятся в 2НФ. Преобразование не требуется.

### Проверка 3 нормальной формы (3НФ)

**Условие 3НФ**: Отношение в 2НФ, и нет транзитивных зависимостей (неключевые атрибуты не зависят от других неключевых атрибутов).

* **Client**:
  + Первичный ключ: client\_id.
  + Неключевые атрибуты: tax\_status, full\_name, email, phone, registration\_date.
  + Все атрибуты зависят только от client\_id. Нет транзитивных зависимостей.
  + Отношение в 3НФ.
* **InvestmentAccount**:
  + Первичный ключ: account\_id.
  + Неключевые атрибуты: client\_id, account\_type, open\_date.
  + Все атрибуты зависят от account\_id. Изначально был атрибут balance, который зависел от Payout.amount и TaxObligation.amount, создавая транзитивную зависимость. Атрибут balance удалён, и баланс вычисляется динамически:
  + SELECT SUM(p.amount) - SUM(COALESCE(t.amount, 0)) AS balance  
    FROM Payout p  
    JOIN Transaction tr ON p.transaction\_id = tr.transaction\_id  
    LEFT JOIN TaxObligation t ON p.payout\_id = t.payout\_id  
    WHERE tr.account\_id = @account\_id;
  + Отношение теперь в 3НФ.
* **Instrument**:
  + Первичный ключ: instrument\_id.
  + Неключевые атрибуты: name, category, expected\_payout\_per\_unit, current\_price, expected\_payout\_date.
  + Все атрибуты зависят от instrument\_id. Возможна потенциальная зависимость category → expected\_payout\_per\_unit (например, облигации имеют купоны, акции — дивиденды), но для простоты модель оставлена без изменений, так как это допустимая денормализация.
  + Отношение в 3НФ.
* **Transaction**:
  + Первичный ключ: transaction\_id.
  + Неключевые атрибуты: account\_id, instrument\_id, type, quantity, price\_per\_unit, commission, transaction\_date.
  + Все атрибуты зависят от transaction\_id. Изначально был атрибут total\_amount, который зависел от quantity, price\_per\_unit и commission, создавая транзитивную зависимость. Атрибут total\_amount удалён, и сумма вычисляется как:
  + SELECT quantity \* price\_per\_unit + commission AS total\_amount  
    FROM Transaction;
  + Отношение теперь в 3НФ.
* **Payout**:
  + Первичный ключ: payout\_id.
  + Неключевые атрибуты: transaction\_id, type, amount, payout\_date.
  + Все атрибуты зависят от payout\_id. Нет транзитивных зависимостей.
  + Отношение в 3НФ.
* **TaxObligation**:
  + Первичный ключ: tax\_obligation\_id.
  + Неключевые атрибуты: payout\_id, amount, due\_date, calculation\_basis.
  + Все атрибуты зависят от tax\_obligation\_id. Нет транзитивных зависимостей.
  + Отношение в 3НФ.

**Исходные отношения**:  
Изначально в InvestmentAccount был атрибут balance, зависящий от Payout и TaxObligation, и в Transaction был атрибут total\_amount, зависящий от quantity, price\_per\_unit, commission. Эти зависимости нарушали 3НФ.

**Полученные отношения**:  
После удаления balance и total\_amount транзитивные зависимости устранены. Альтернативным решением для Instrument могло быть создание таблицы Category (category\_id, name, expected\_payout\_per\_unit), но для упрощения модель оставлена с денормализацией.

Все отношения находятся в 3НФ.

## Таблица связей

На основе построенной ER-модели представлена таблица связей между сущностями.

**Таблица 1. Связи сущностей**

| Сущности | Тип связи | Обоснование |
| --- | --- | --- |
| Client → InvestmentAccount | 1:N | Один клиент может иметь несколько счетов. Связь через client\_id. |
| InvestmentAccount → Transaction | 1:N | Один счёт участвует в множестве транзакций. Связь через account\_id. |
| Instrument → Transaction | 1:N | Один инструмент участвует в множестве транзакций. Связь через instrument\_id. |
| Transaction → Payout | 1:N | Одна транзакция (покупка или продажа) порождает несколько выплат (прибыль, дивиденды). Связь через transaction\_id. |
| Payout → TaxObligation | 1:1 | Одна выплата порождает одно налоговое обязательство. Связь через payout\_id. |