

Функціональні залежності по таблицях:

- 1) categories
category_id → name, parent_category_id, created_at, updated_at
- 2) user
user_id → email, password, first_name, last_name, role, created_at, updated_at
- 3) banner_slide
bannerSlide_id → title, subtitle, image_url, link_url, button_text, is_active, display_order, created_at, updated_at
- 4) attribute
attribute_id → name, type, is_filterable, is_required, display_order, unit, created_at, updated_at
- 5) attribute_value
attribute_value_id → attribute_id, value, display_name, display_order, created_at
- 6) category_attribute
category_attribute_id → category_id, attribute_id, is_required, display_order
- 7) product
product_id → category_id, main_image_id, title, description, price, availability, view_count, mileage, transmission, wheelbase, fuel_type, created_at, updated_at
- 8) product_image
product_image_id → product_id, image_url, display_order, is_main, created_at
- 9) product_attribute
product_attribute_id → product_id, attribute_id, attribute_value_id, text_value, number_value, boolean_value

Опис проблеми:

У наведеній схемі бази даних виникає проблема надлишкового зберігання однієї й тієї самої інформації щодо головного зображення товару. Факт “яке саме зображення є головним для конкретного товару” фіксується одночасно у двох місцях. По-перше, у таблиці product є поле main_image_id, яке зберігає ідентифікатор головного зображення. По-друге, у таблиці product_image для кожного запису існує логічний атрибут is_main, а також накладено обмеження, яке гарантує, що для кожного product_id не більше одного рядка може мати значення is_main = TRUE. Таким чином, головне зображення того самого товару описується як через посилання з боку товару, так і через відмітку в таблиці зображень.

З точки зору функціональних залежностей це означає, що для кожного товару значення main_image_id повністю визначається даними таблиці product_image: головне зображення можна однозначно знайти, просто вибравши той рядок, у якого задано product_id відповідного товару і is_main = TRUE. Отже, атрибут main_image_id у таблиці product є надлишковим, оскільки він фактично дублює інформацію, яка вже міститься у таблиці product_image. Така надлишковість призводить до порушення вимог третьої нормальної форми та, по суті, нормальної форми Бойса-Кодда, адже один і той самий логічний факт зберігається в різних місцях схеми.

Практичним наслідком є виникнення аномалій при виконанні операцій. Під час оновлення можливе розходження даних: якщо у таблиці product_image змінити

головне зображення товару, не скоригувавши значення `main_image_id` у таблиці `product`, система почне зберігати суперечливу інформацію про те, яке зображення є головним. Аналогічні проблеми з'являються при вставці та видаленні даних, коли необхідно не лише додати або прибрати запис у `product_image`, а ще й синхронно змінювати пов'язане поле в `product`. Таким чином, поточна модель ускладнює підтримку цілісності даних і потребує нормалізації, яка полягатиме в тому, щоб зберігати факт головного зображення лише в одній таблиці, без дублювання.