

В.Д. Сибилёв

ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЛЯЦИОННЫХ БАЗ ДАННЫХ

Методические указания к выполнению курсового проекта
по дисциплине «Базы данных»
для студентов направлений 09.03.01 и 09.03.03

Сибилёв В.Д. Проектирование реляционных баз данных: Учебно-методическое пособие — xxx с.

Пособие предназначено для методического сопровождения выполнения курсового проекта по дисциплине «Базы данных». Содержит описание требований к курсовому проекту и этапов проектирования, а также основные сведения о моделях данных концептуального и логического уровней и о методологии проектирования баз данных IDEF1X.

© Сибилёв В.Д., 2019

© Каф. АСУ ТУСУР, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

1 Введение	5
2 Требования к проекту.....	6
2.1 УЧЕБНЫЕ ЦЕЛИ	6
2.2 ЦЕЛИ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПРОЕКТА	6
2.3 ЗАДАЧИ.....	6
2.4 УРОВЕНЬ СЛОЖНОСТИ ПРОЕКТА	6
2.5 ЭТАПЫ ПРОЕКТА И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ ОТЧЁТНОСТЬ	6
2.6 ДОКУМЕНТИРОВАНИЕ ПРОЕКТА.....	7
3 Выбор темы и формулирование задания	8
4 Создание концептуальной модели.....	9
4.1 ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ	9
4.2 ТРЕБОВАНИЯ К ОТЧЁТУ.....	9
5 Создание логической модели	11
5.1 ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ	11
5.2 ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ДИАГРАММЫ “СУЩНОСТЬ-СВЯЗЬ”	11
5.3 СОЗДАНИЕ ДИАГРАММЫ КВ-УРОВНЯ МОДЕЛИ.....	12
5.4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ FA-УРОВНЯ МОДЕЛИ.....	13
5.5 ТРЕБОВАНИЯ К ОТЧЁТУ.....	13
6 Проектирование физической модели.....	14
7 Проектирование и реализация приложения	15
8 Написание Пояснительной записки	16
ПРИЛОЖЕНИЕ А Темы курсовых проектов.....	18
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Примеры заявок.....	19
ПРИЛОЖЕНИЕ В Примеры заданий.....	22
ПРИЛОЖЕНИЕ Г Сводка правил IDEF1X	47
ПРИЛОЖЕНИЕ Д Пример проектирования схемы БД	53
9 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	95

1 Введение

Настоящее пособие содержит методические указания к выполнению курсовых проектов по дисциплине «Базы данных» для студентов третьего курса кафедры АСУ ТУСУР (направления подготовки 09.03.01 — «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем» и 09.03.03 — «Прикладная информатика в экономике»). В разделах пособия сформулированы требования к курсовому проекту и описаны:

- правила ведения рабочей документации проекта;
- правила взаимодействия студента с преподавателем;
- последовательность этапов выполнения проекта;
- виды работ, выполняемых на этапах;
- требования к Пояснительной записке.

Предполагается, что студент добросовестно изучает теоретический материал по учебному пособию [1] и рекомендованной литературе. Ниже следующий текст не содержит никаких определений терминов, пояснений понятий и базовых конструкций методологий проектирования.

2 Требования к проекту

2.1 Учебные цели

- Получить навыки анализа требований пользователя.
- Освоить базовые операции технологии IDEF1X и получить навыки работы в инструментальной среде проектирования ERwin.
- Получить навыки проектирования и реализации приложений базы данных.

2.2 Цели индивидуального проекта

- Создать структуру базы данных автоматизированной информационной системы (ИС) для поддержки некоторой деятельности.
- Реализовать ИС в среде MS Access.

2.3 Задачи

- Создать концептуальную модель данных пользователя.
- Определить структуру реляционной базы данных и правила целостности.
- Создать схему базы данных для MS Access.
- Создать приложение конечного пользователя, обеспечивающее требуемую обработку данных.

2.4 Уровень сложности проекта

Предметная область (ПО) проекта может быть выбрана из приведённого в Приложении А списка или предложена студентом. В последнем случае ПО должна содержать не менее шести сущностей. Приложение должно поддерживать не менее трёх функций конечного пользователя.

2.5 Этапы проекта и промежуточная отчётность

Этап 0. Выбор темы и формулирование задания.

Этап 1. Создание концептуальной модели данных.

Этап 2. Создание логической модели данных.

Этап 3. Проектирование и реализация базы данных.

Этап 4. Проектирование и реализация приложения.

Этап 5. Написание пояснительной записки.

Результаты работ на этапах 0, 1 и 2 фиксируются в промежуточных отчётах №№1, 2, 3. Работа на соответствующем этапе считается завершённой только после утверждения отчёта преподавателем.

Замечание. Не следует пренебрегать этим требованием. Не утверждённое задание означает невозможность защиты проекта. Ошибки в концептуальной или логической модели данных делают всю дальнейшую работу бессмысленной.

Результаты работ на этапах 3 и 4 фиксируются в промежуточных отчётах №4 и №5 (рабочих). Эти отчёты систематизируют результаты работ на упомянутых этапах и используются как заготовки Пояснительной записки.

Совет. Контрольные и рабочие отчёты пишите так, чтобы их можно было использовать как части Пояснительной записки.

Перечень работ на этапах и требования к отчётам содержатся в разделах 3 — 7.

2.6 Документирование проекта

Все рабочие материалы проекта, именно:

- тексты спецификаций на проект;
- варианты модели (диаграмм и словаря данных) с комментариями преподавателя;
- промежуточные отчёты;
- и т.п.

сохраняются в специальной рабочей папке до завершения работы и защиты проекта. По окончании работ папка направляется преподавателю вместе с Пояснительной запиской.

3 Выбор темы и формулирование задания

Цель этапа — определить предметную область проекта и получить разрешение преподавателя на выполнение работ. На этом этапе создаются два документа, на основании которых принимается решение о выполнении проекта — Заявка и Техническое задание.

Заявка представляет собой текст, содержащий информацию о предметной области (цель деятельности, участники, объекты, операции, сценарии процессов) и предварительную формулировку цели проекта. Заявка направляется преподавателю на утверждение.

Примеры заявок содержатся в **Приложении Б**.

Техническое задание формулируется после утверждения темы. Оно должно содержать ниже перечисленные обязательные разделы.

- Описание деятельности (основа — текст Заявки).
- Описание функций предполагаемых пользователей системы.
- Формулировку цели и точки зрения модели.
- Описание источников информации (входных документов и сообщений).
- Описание производной информации (выходных документов и сообщений).
- Перечень типовых процедур обработки данных (транзакций пользователя).
- Перечень бизнес-правил (деловой регламент).

Техническое задание оформляется как промежуточный отчёт №1 о ходе выполнения курсового проекта и направляется преподавателю на утверждение. В дальнейшем оно может корректироваться. Изменения должны быть согласованы с преподавателем.

Примеры заданий приведены в **Приложении В**.

4 Создание концептуальной модели

4.1 Общее описание

Основание для начала работы: утверждённое Техническое задание.

Цель этапа: сформулировать спецификации требований пользователя к данным.

Исходные данные: Техническое задание.

Задачи:

- выявить и описать сущности;
- выявить и описать атрибуты;
- выявить и описать отношения сущностей.

Форма представления спецификаций: диаграмма “сущность-связь” в нотациях Чена и глоссарий (словарь данных).

Инструментарий: голова, карандаш, бумага.

Перечень работ

— Составить список имён существительных, упоминающихся в тексте задания.

— Зафиксировать смысл каждого имени из списка в словаре данных.

— Для каждого имени определить статус “сущность/атрибут”.

— Определить домены атрибутов.

— Пометить в словаре многозначные, композитные и производные атрибуты.

— Определить и поименовать связи между сущностями.

— Зафиксировать смысл каждой связи в словаре данных.

— Построить диаграмму “сущность-связь”.

Замечание. Списки сущностей, атрибутов и связей, полученные на этом этапе, как правило, не являются исчерпывающими. Они могут изменяться в процессе детального анализа требований пользователя на следующих этапах проектирования.

4.2 Требования к отчёту

Промежуточный отчёт №2 должен содержать:

- выполненную в нотациях П.Чена ER-диаграмму;
- глоссарий, содержащий описания смысла сущностей связей и атрибутов;
- список правил целостности данных;
- описания транзакций пользователя.

5 Создание логической модели

5.1 Общее описание

Основание для начала работы: утверждённый отчёт №2.

Цель: сформулировать спецификации логической структуры базы данных, удовлетворяющей спецификациям требований пользователя.

Исходные данные:

- Техническое задание;
- концептуальная модель.

Шаги этапа

- Преобразовать диаграмму “сущность-связь” в диаграмму ER-уровня модели IDEF1X.
- Создать диаграмму KB-уровня модели.
- Создать диаграмму FA-уровня модели.
- Специфицировать ограничения целостности данных, не отражённые на FA-диаграмме.

Форма представления спецификаций: выполненная в нотациях IDEF1X FA-диаграмма, глоссарий модели, тексты спецификаций ограничений целостности, не отображённых графически.

Инструментарий. Все работы на этой фазе проекта выполняются в режиме Logical инструментальной среды Erwin [2]. Из инструментальных средств Erwin используются диаграммер, редакторы сущностей, связей и атрибутов и генератор отчётов.

Результаты работы оформляются как *промежуточный отчёт №3*. Отчёт направляется преподавателю для утверждения. Требования к отчёту приведены в п.5.5.

5.2 Преобразование диаграммы “сущность-связь”

Цель: создать IDEF1X-диаграмму ER-уровня.

Перечень работ

- Выявить композитные атрибуты сущностей и представить их группами простых атрибутов.

- Выявить многозначные атрибуты сущностей и представить их слабыми сущностями.

- Каждую n-арную связь представить слабой сущностью, соединённой бинарными связями с каждой сущностью-участницей n-арной связи.

- Построить в среде Erwin диаграмму ER-уровня концептуальной модели.

5.3 Создание диаграммы KB-уровня модели

Цель: Создать спецификации первичных и внешних ключей сущностей.

Перечень работ

- Каждое соединение типа M:N на диаграмме ER-уровня представить сущностью-потомком в специфических соединениях с участницами неспецифического соединения.

- Создать все необходимые кластеры категорий.

- Дополнить глоссарий именами и определениями сущностей, представляющих неспецифические соединения, категории и/или родовые сущности.

- Исследовать список атрибутов с целью обнаружения первичных ключей стержневых сущностей. Нанести обнаруженные первичные ключи на диаграмму.

- Отобразить на диаграмме и пометить внешние ключи ассоциативных (АС) и характеристических (ХС) сущностей.

- Исследовать список атрибутов и внешних ключей АС и ХС с целью обнаружения их первичных ключей. Нанести обнаруженные первичные ключи на диаграмму.

- Привести обозначения типов сущностей и соединений на диаграмме в соответствии с определениями первичных ключей.

- Специфицировать мощности соединений.

- Специфицировать обязательность/необязательность соединений.

- Определить и нанести на диаграмму дискриминаторы кластеров категорий.

— Исследовать список атрибутов с целью обнаружения альтернативных ключей сущностей. Нанести обнаруженные альтернативные ключи на диаграмму.

Обязательная рекомендация. Создавая сущность, атрибут или связь на диаграмме, **пишете определение смысла** имени в соответствующем окне среды проектирования.

5.4 Проектирование FA-уровня модели

Цель: создать спецификации отношений реляционной базы данных.

Перечень работ

— Исследовать список атрибутов и включить каждый атрибут в схему соответствующей сущности KB-диаграммы.

— Для каждой сущности проверить требование НФБК.

— При необходимости выполнить нормализацию сущности до НФБК.

— Специфицировать альтернативные ключи сущностей.

— Создать средствами построителя отчётов Erwin отчёты уровней сущностей и атрибутов.

— Выделить в деловом регламенте правила, не представленные на диаграмме модели и специфицировать в словаре соответствующие ограничения целостности.

— Написать промежуточный отчёт №3 о ходе выполнения курсовой работы.

5.5 Требования к отчёту

Промежуточный отчёт №3 должен содержать:

— выполненные в нотациях стандарта IDEF1X диаграммы уровня определений и FA-уровня модели;

— отчёты о сущностях, атрибутах и доменах, выполненные генератором отчётов ERwin;

— обоснования использованных стандартных правил ссылочной целостности;

— спецификации правил целостности, не поддерживаемых средствами реляционной модели данных;

— описания транзакций пользователя.

6 Проектирование физической модели

Основание для начала работы: утверждённый промежуточный отчёт №3.

Исходные данные:

- Техническое задание;
- логическая модель.

Цель этапа: создать в среде ERwin схему базы данных для СУБД Access.

Инструментарий. Работа на этом этапе выполняется в режиме Physical инструментальной среды ERwin. Используются редакторы доменов, таблиц, столбцов и связей и генераторы схем и отчётов.

Порядок выполнения работ

- Установить инструментальную среду в режим Physical и выбрать Access в качестве целевого сервера.
- Средствами редактора доменов определить все необходимые домены.
- Средствами редактора столбцов определить соответствие доменов и столбцов таблиц БД.
- Средствами редактора столбцов определить другие необходимые свойства столбцов.
- Средствами редактора связей для каждой связи определить правила ссылочной целостности.
- С помощью генератора схем создать схему БД для MS Access.
- При необходимости в среде MS Access привести схему в соответствие со спецификациями.
- Ввести в таблицы тестовые данные.
- Написать рабочий отчёт №4.

Требования к отчёту

Отчёт должен содержать:

- диаграмму физического уровня модели;
- выполненные генератором отчётов ERwin отчёты о таблицах, столбцах, физических доменах.

7 Проектирование и реализация приложения

Цель: создать в среде СУБД Access приложение, обеспечивающее поддержку функций конечного пользователя.

Исходные данные:

- Техническое задание;
- логическая модель;
- схема БД MS Access.

Порядок выполнения работ

- Определить функции приложения.
- Создать спецификации интерфейса конечного пользователя.
- Создать спецификации хранимых процедур поддержки ограничений целостности, не поддерживаемых ядром СУБД.
- Реализовать приложение в среде Access.
- Написать рабочий отчёт №5.

Требования к отчёту

Отчёт должен содержать

- описание функций приложения;
- спецификации интерфейса пользователя;
- спецификации хранимых процедур;
- иллюстрированное Руководство пользователя.

8 Написание Пояснительной записки

Написание Пояснительной записки (ПЗ) сводится к редактированию и объединению промежуточных отчётов №№1 — 5 и оформлению текста в соответствии со стандартом ОС ТУСУР 01-2013 - *Работы студенческие учебные и выпускные квалификационные*. Ниже перечислены разделы ПЗ.

1 Введение

2 Назначение и область применения базы данных

2.1 Описание предметной области

2.2 Предполагаемые пользователи и цель проекта

3 Описание данных пользователя

3.1 Входные документы и сообщения

3.2 Выходные документы и сообщения

3.3 Деловой регламент

3.4 Транзакции пользователей

4 Модель данных пользователя

4.1 IDEF1X-диаграмма ER-уровня

4.2 IDEF1X-диаграмма FA -уровня

4.3 Глоссарий

4.4 Определения доменов

4.5 Спецификации ограничений целостности

4.6 Типы конечных пользователей и привилегии доступа к данным

5 Реализация БД в среде Access

5.1 Схема БД

5.2 Свойства столбцов

5.3 Свойства таблиц

5.4 Правила ссылочной целостности

6 Приложение пользователя

6.1 Функции приложения;

6.2 Спецификации интерфейса пользователя;

6.3 Хранимые процедуры

6.4 Руководство пользователя.

Список использованных источников

Приложения

Введение содержит краткое описание проблем, для решения которых предназначена проектируемая система.

Разделы 2, 3 содержат текст промежуточного отчёта №1, приведённый в соответствии с конечным состоянием проекта.

Раздел 4 содержит текст промежуточного отчёта №3.

В пункте 4.5 формулируются правила целостности данных, не отражённые на диаграмме модели и в определениях доменов. Если таких правил нет, то п. 4.5 *не включается* в ПЗ.

Пункт 4.6 включается в ПЗ, если существует несколько типов конечных пользователей проектируемой БД.

Раздел 5 содержит текст рабочего отчёта №4.

Раздел 6 содержит текст рабочего отчёта №5.

Список использованных источников создаётся, если текст ПЗ содержит литературные ссылки.

Приложения содержат примеры входных и выходных документов, организационные схемы и другие иллюстрации, необходимые для понимания текста ПЗ.

ПРИЛОЖЕНИЕ А Темы курсовых проектов

Предметная область	Задачи
Магазин (розница, заказы)	Учёт поступления и продажи товаров.
Склад продукции	Учёт поступления, размещения и отгрузки продукции заказчикам.
Автосервис	Учёт поступления и исполнения заказов на обслуживание и ремонт автомобилей.
Компьютерный зал	Учёт Hard- и Soft-оборудования и абонирования рабочих мест.
Спортивный клуб	Учёт тренировок членов клуба и участия в соревнованиях.
Филателист	Ведение каталогов марок, личной коллекции, других филателистов и т.п.
Меломан	Ведение каталогов групп, коллекции альбомов, ...
Видеоман	Ведение каталогов фильмов, исполнителей, режиссёров...
Деканат	Учёт успеваемости студентов.
Служба занятости	Учёт ищущих работу, вакансий, организация обучения и трудоустройство.
Кухня ресторана	Учёт поступления и расхода продуктов, выхода готовых блюд.
Автовокзал	Учёт сведений о маршрутах, рейсах, свободных местах...
Строительная организация	Учёт объектов, работ, субподрядчиков...
Транспортная организация	Учёт заказов на перевозку грузов.
Отдел кадров предприятия	Учёт перемещений сотрудников.

Примечание. Этот список не является исчерпывающим.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б Примеры заявок

Учёт успеваемости студентов

Одна из задач деканата факультета ВУЗа — учёт успеваемости студентов. Каждый студент зачислен в одну из академических групп. По каждой изучаемой дисциплине все студенты группы должны сдать зачёт и/или экзамен (далее Э/З) в определённый срок определённому преподавателю. Преподаватель, принявший Э/З, обязан зафиксировать результаты студентов в ведомости и сдать её в деканат. Студент, не сдавший Э/З в срок, считается задолжником и может сдать его по специальному разрешению декана. Результат фиксируется в индивидуальном экзаменационном листе, выданном студенту. Лист сдаётся в деканат преподавателем.

По окончании сессии деканат готовит отчёт о задолженностях студентов. Кроме того, для каждой группы готовится отчёт об успеваемости. По запросу студента деканат может подготовить академическую справку (выписку из зачётной ведомости студента).

Цель проекта: автоматизация учёта успеваемости студентов в деканате факультета.

Точка зрения: заместитель декана.

Городской автовокзал

Автовокзал — коммерческое предприятие, получающее прибыль от обслуживания пассажиров и водителей автобусов.

Вокзал осуществляет на договорной основе обслуживание пригородных, междугородных и международных автобусных рейсов, выполняемых различными перевозчиками. В рамках настоящего проекта представляет интерес работа билетного кассира.

По требованию пассажира кассир может забронировать места на требуемом рейсе на указанную дату. Забронированные места должны быть выкуплены не менее чем за одни сутки до отправления рейса.

При покупке билетов пассажир указывает пункт назначения, желаемый рейс, дату выезда, требуемое количество проездных и ба-

гажных мест. Кассир обязан оформить проездные и багажные документы, если имеются свободные места на указанный рейс и дату. Билет может быть продан не ранее, чем за 14 суток до отправления автобуса.

Если пассажир желает сдать билеты, то при сдаче за 1 сутки до отправления автобуса возвращается полная их стоимость. При сдаче билетов менее чем за сутки возвращается 50% стоимости.

При неявке пассажира ко времени посадки в автобус стоимость билетов не возвращается. В случае утери билета его стоимость не возвращается, замещающий документ в виде справки не выдается, посадка пассажира на автобус не производится.

Цель проекта: автоматизация учёта бронирования, продаж и возврата билетов на поездки по междугородным автобусным маршрутам.

Точка зрения: билетный кассир, обслуживающий междугородные рейсы.

Регистратура клиники

Цель клиники — оказание медицинских услуг по различным направлениям. В ней существуют следующие подразделения:

- терапевтическое отделение;
- педиатрическое отделение;
- травматологическое отделение;
- хирургическое отделение;
- кабинет окулиста;
- гинекологический кабинет;
- «Семейный врач»;
- кабинет нетрадиционной медицины;
- кабинет компьютерной диагностики;
- процедурный кабинет.

В этих подразделениях работают врачи соответствующих специальностей, а также младший медицинский персонал.

В регистратуре клиники ведется учет пациентов клиники. На каждого пациента заводится медицинская карта с индивидуальным номером и личными данными пациентов.

У каждого специалиста свой график работы, определяющий

время приема в течение рабочей недели. Любой желающий может записаться на прием в удобное для него время. Запись на прием регистрируется. Посещение или непосещение пациентом врача также фиксируется. Если клиент не явился на прием, то работник регистратуры может связаться с ним, выяснить причину и назначить время нового приема. Результаты визита пациента к специалисту — поставленный диагноз, назначенные анализы, лечебные назначения — подлежат регистрации.

Ежедневно работник регистратуры составляет расписание приемов для каждого работающего в этот день специалиста. Ежемесячно готовятся отчеты о выполненном объеме работ различных специалистов. Раз в год составляется статистический отчет о заболеваемости.

Цель проекта: автоматизация учёта приёмов и хода лечения пациентов клиники.

Точка зрения: регистратор.

ПРИЛОЖЕНИЕ В Примеры заданий

Вариант 1. Учёт успеваемости студентов

1 Описание деятельности

Деканат факультета интересуют сведения об успеваемости студентов. Каждый студент зачислен в одну из академических групп. Группы приобретают определённые специальности, изучая определённый набор учебных дисциплин в соответствии с учебным планом.

По каждой изучаемой дисциплине все студенты группы должны сдать зачёт и/или экзамен (далее Э/З) в определённый срок определённому преподавателю. Преподаватель, принявший Э/З, обязан зафиксировать результаты студентов в ведомости и сдать её в деканат.

Студент, не сдавший Э/З в срок, считается задолжником и может сдать его по специальному разрешению декана. Результат фиксируется в индивидуальном экзаменационном листе, выданном студенту. Лист сдаётся в деканат преподавателем.

По окончании сессии деканат готовит отчёт о задолженностях студентов. Кроме того, для каждой группы готовится отчёт об успеваемости. По запросу студента деканат может подготовить академическую справку (выписку из зачётной ведомости студента).

Цель проекта: автоматизация функций работника деканата.

Точка зрения: заместитель декана.

2 Функции работника деканата

— Регистрация результатов Э/З в журналах успеваемости групп. По факту получения ведомости или экзаменационного листа.

— Подготовка отчёта о задолженностях студентов. По окончании сессии.

— Подготовка отчётов об успеваемости групп. По окончании сессии.

— Подготовка справки об успеваемости студента. По запросу студента.

3 Исходные данные для проектирования

3.1 Входные документы и сообщения

- Учебный план для специальности.
- Экзаменационно-зачётная ведомость.
- Экзаменационный лист.

Примеры входных документов приведены в Приложении 1.

Сообщение о группе:

номер 764,
курс 3,
кафедра ТИМП,
специальность 345267 — Производство синтетических молочных продуктов,
студентов 25.

Сообщение о студенте:

номер студбилета 768243,
ФИО Жучков Никодим Серапионович,
группа 764,
адрес Лупкина, 7, к. 956,
телефон 43-12-28, 8-913-456-22-33.

Сообщение о преподавателе:

табельный номер 123,
ФИО Бынькин Байдур Бейсалович,
кафедра ТИМП,
должность доцент.

Сообщение о нагрузке преподавателя:

преподаватель Бынькин Б.Б.
дисциплина "Технология производства молочных продуктов", гр. 764, 567
дисциплина "Синтез пектинов и меланжа", гр. 764.

Сообщение о специальности:

код 123456,
наименование "Производство молочных продуктов из подручных средств",

профилирующая кафедра ТИМП.

3.2 Выходные документы и сообщения

- Отчёт о задолженностях студентов.
- Отчёт об успеваемости групп.
- Академическая справка.

Примеры выходных документов приведены в Приложении 2.

3.3 Деловой регламент

1. Номера групп уникальны.
2. Номер группы состоит из трёх цифр.
3. Численность группы не может быть меньше 10 и больше 25.
4. Каждый студент зачислен точно в одну группу.
5. Группа обучается точно одной специальности.
6. Одной специальности обучается несколько групп.
7. Специальности соответствует точно один учебный план.
8. Кафедра может быть профилирующей для нескольких специальностей.
9. Для каждой специальности существует точно одна профилирующая кафедра.
10. Одноимённые дисциплины, включённые в учебные планы различных специальностей, считаются различными.
11. Дисциплина может изучаться в нескольких семестрах.
12. Для каждой дисциплины, изучаемой в семестре, учебным планом предусматривается один или два вида отчётности.
13. Видами отчётности по дисциплине являются экзамен и зачёт.
14. Учебный план может включать до пятидесяти дисциплин.
15. Преподаватель может преподавать несколько дисциплин.
16. Дисциплина может преподаваться несколькими преподавателями.
17. Преподаватель может принять Э/З только по той дисциплине, которую он преподаёт.
18. Преподаватель может принять Э/З по дисциплине у нескольких групп.
19. Студент может получить на экзамене оценку «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

20. Студент может получить на зачёте оценку «зачтено» или «не зачтено».
21. Студент, не сдававший Э/З по дисциплине, считается не аттестованным.
22. Против фамилии не аттестованного студента в ведомости делается пометка “Н/А”
23. Если по дисциплине в семестре предусмотрено два вида отчётности, то студент, не имеющий зачёта по этой дисциплине, не может иметь и экзаменационной оценки.
24. Студент может быть положительно аттестован на Э/З конкретной дисциплине в конкретном семестре только один раз.
25. Студент не может иметь оценку по дисциплине, не включённой в учебный план специальности его группы.
26. Студент может сдать Э/З по дисциплине досрочно. В этом случае преподаватель обязан выставить его оценку в ведомость группы.
27. Студент, получивший на экзамене/зачёте оценку «неудовлетворительно»/«не зачтено» или не аттестованный, считается задолжником.
28. Задолжник сдаёт Э/З по индивидуальному разрешению.
29. Каждый факт выдачи индивидуального разрешения на Э/З (экзаменационного листа) регистрируется работником деканата.

3.4 Транзакции пользователя

- Ввод и обновление сведений об учебном плане.
- Регистрация результатов Э/З группы.
- Регистрация выдачи экзаменационного листа.
- Регистрация результата Э/З по индивидуальному разрешению.
- Ввод и обновление сведений о группе.
- Ввод и обновление сведений о студенте.
- Ввод и обновление сведений о преподавателе.
- Ввод и обновление сведений о нагрузке преподавателя.
- Ввод и обновление сведений о специальности.
- Генерация отчёта о задолженностях студентов.

- Генерация отчёта об успеваемости групп.
- Генерация академической справки.

Приложение 1 Примеры входных документов

Таблица П1.1 - Учебный план для специальности

Учебный план для специальности 123456 — Производство молочных продуктов из подручных средств. Профилирующая кафедра — ТИМП			
п п	Наименование дисциплины	Всего час	Отчётность (се- местр, вид)
.	Технология производства мо- лочных продуктов.	360	3, зач; 4, зач+экз; 5, экз
.	Синтез пектинов и меланжа.	100	5, экз
.	Производство масла из копыт и рогов.	120	5, зач; 6, экз
.
И т.д.		До пятидесяти дисциплин	

Таблица П1.2 - Экзаменационный лист

Экзаменационный Лист № 3456	
Студент <i>Дубов В.И.</i> гр. 567 направляется к преподавателю <i>Бынькину Б.Б.</i> для сдачи экзамена по дисциплине <i>ТПМП</i> . Дата выдачи <i>12.01.05</i> . Действительно в течение 3 дней.	
_____/_____	
Оценка _____	Дата _____
_____/_____ _____/_____	

Таблица ПР1.3 - Экзаменационно-зачётная ведомость

ГУБУ		Ведомость			ФМП
Гр.764_9					
Дисциплина — Технология производства молочных продуктов. Вид отчётности — Экзамен. Экзаменатор — доц. Бынькин Б.Б. Дата — 31.12.45					
№	ФИО	Оценка	Код	№ зач.кн	Примеч
1.	Аписова Н.К.	отл	5	234567	
2.	Быкова К.Н.	удовл	3	534682	
3.	Волков П.Г.	неуд	2	465788	
4.	Ишачкин О.М.	хор	4	736488	
5.	Медведев С.О.	не аттест.	Н/А		неявка
...
...
...
Отл 3 Хор 5 Удовл 8 Неудовл 9 Не аттестовано 3..... Декан ФМП _____/Б.К. Коровушкина/ Экзаменатор _____/Б.Б. Бынькин/					

Таблица ПР2.3 - Академическая справка

Академическая справка выдана студенту гр. 567 факультета молочных продуктов Государственного университета больших умников Дубову Васе по состоянию зачётной ведомости на 12.07.06г.			
№	Дисциплина	Час.	Оценка
1.	Сильные аллергены	120	отл
2.	Психотропные интеллектопоглощающие продукты	250	удовл
<i>и т.д. все дисциплины, благополучно сданные Васей к 12.07.06г.</i>			
Декан ФМП, Доктор молокоделательных наук, профессор _____/Б.К. Коровушкина/			

Вариант 2. Городской автовокзал

1 Описание деятельности

Автовокзал — коммерческое предприятие, владеющее комплексом сооружений, предназначенным для обслуживания пассажиров и водителей автобусов.

Вокзал включает в себя:

- капитальное здание с залом ожидания, билетными кассами, и пр.;
- камеры хранения;
- перрон для посадки и высадки пассажиров;
- площадку для стоянки автобусов;
- посты для осмотра автобусов;
- диспетчерские пункты.

Вокзал осуществляет на договорной основе обслуживание пригородных, междугородных и международных автобусных рейсов, выполняемых различными перевозчиками. Получает прибыль от продажи билетов. Пассажиропоток вокзала составляет более тысячи человек в сутки. В рамках настоящего проекта представляет интерес работа билетного кассира.

По требованию пассажира кассир может забронировать места на требуемом рейсе на указанную дату. Забронированные места должны быть выкуплены не менее чем за одни сутки до отправления рейса.

При покупке билетов пассажир указывает пункт назначения, желаемый рейс, дату выезда, требуемое количество проездных и багажных мест. Кассир обязан оформить проездные и багажные документы, если имеются свободные места на указанный рейс и дату. Билет может быть продан не ранее, чем за 14 суток до отправления автобуса.

Если пассажир желает сдать билеты, то при сдаче за 1 сутки до отправления автобуса возвращается полная их стоимость. При сдаче билетов менее чем за сутки возвращается 50% стоимости.

При неявке пассажира ко времени посадки в автобус стоимость билетов не возвращается. В случае утери билета его стоимость не возвращается, замещающий документ в виде справки не выдается, посадка пассажира на автобус не производится.

Цель проекта: автоматизация учёта заказов, бронирования, продаж и возврата билетов на поездки по междугородным автобусным маршрутам.

Точка зрения: билетный кассир, обслуживающий междугородные рейсы.

2 Функции билетного кассира

Функция	Частота исполн.
Поиск и резервирование (на время диалога продажи) необходимого количества свободных мест на требуемый рейс и дату.	По требованию пассажира.
Бронирование мест на рейсах местного формирования.	То же.
Заказ мест на транзитных рейсах.	То же.
Оформление проездных и багажных билетов: — определение и учет стоимости проезда; — определение и учет стоимости провоза багажа; — определение и учет величины оговоренных сборов; — регистрация продажи билета.	То же.
Оформление возврата билета: — определение и учет величины удержания при возврате; — регистрация возврата.	То же.
Подготовка ведомости продажи билетов на рейс.	По факту продажи.
Корректировка ведомости продажи билетов по результатам посадки.	После отправления рейса.

3 Исходные данные для проектирования

3.1 Входные документы и сообщения

- Ведомость посадки на рейс (см. Приложение 1).
- Карта маршрута. Содержит код маршрута и перечень остановочных пунктов с указанием цены проезда и провоза одного

места багажа.

- Сообщение о рейсе:
код маршрута,
дата отправления,
время отправления,
тип автобуса,
число посадочных мест.
- Сообщение о желаемой поездке:
маршрут,
пункт назначения,
дата отъезда,
время отправления
число посадочных мест,
- Сообщение о багаже:
маршрут,
пункт назначения,
дата отъезда,
время отправления,
число мест багажа.
- Сообщение о возврате билета:
номер билета,
дата возврата,
время возврата,
паспортные данные возвращающего:
ФИО,
серия и номер паспорта,
дата и место выдачи,
место прописки;
возвращённая сумма.

3.2 Выходные документы и сообщения

- Проездной билет.
- Багажный билет.
- Ведомость продажи билетов на рейс.

Примеры выходных документов приведены в Приложении 2.

3.3 Деловой регламент

1. Не существует двух маршрутов с одинаковыми значениями кода.
2. Маршрут включает несколько населённых пунктов.
3. Не существует двух населённых пунктов с одинаковыми наименованиями.
4. Населённый пункт может включаться в несколько маршрутов.
5. Стоимость проезда до населённого пункта зависит от маршрута.
6. Стоимость провоза места багажа до населённого пункта зависит от маршрута.
7. По маршруту может выполняться несколько рейсов в один день.
8. Рейс выполняется по одному маршруту.
9. Не существует двух рейсов с одинаковыми номерами.
10. Рейсы по одному маршруту могут выполняться автобусами различных типов.
11. Однотипные автобусы имеют одинаковое количество посадочных мест.
12. Код маршрута, день отправления и время отправления однозначно определяют рейс.
13. Код маршрута, день отправления и время отправления однозначно определяют тип автобуса.
14. Код маршрута однозначно определяет посадочную платформу.
15. Проездной билет может быть заказан не ранее, чем за 20 дней до отправления.
16. При оформлении заказа ему присваивается номер.
17. Не существует двух заказов с одинаковыми номерами.
18. Заказ может предусматривать резервирование нескольких мест.
19. Заказ предусматривает резервирование мест точно на одном рейсе.

20. Заказ предусматривает резервирование мест точно до одного пункта назначения.
21. При заказе билетов взимается плата в размере 10 рублей за место.
22. Проездной/багажный билет (далее билет) может быть продан не ранее, чем за 14 дней до отправления.
23. Не существует двух билетов с одинаковыми номерами.
24. Одним билетом оформляется продажа посадочного места/провоза багажа на одном рейсе.
25. Число проездных билетов, проданных на рейс, не может превышать числа посадочных мест в автобусе, выполняющем рейс.
26. Запрещено оформлять одним проездным билетом продажу нескольких посадочных мест.
27. Запрещено продавать более одного проездного билета на одно место рейса.
28. Разрешено оформлять одним багажным билетом провоз нескольких мест багажа.
29. При продаже билета более чем за сутки до отправления взимается комиссионный сбор в размере 10 рублей.
30. При продаже билета может взиматься страховой сбор в размере 5% стоимости проезда с согласия пассажира.
31. НДС начисляется в размере 20% от стоимости проезда.
32. НДС не включается в сумму, уплачиваемую пассажиром.
33. При возврате билета регистрируются паспортные данные возвращающего.
34. При возврате билета более чем за одни сутки до отправления возвращается полная стоимость проезда.
35. При возврате билета менее чем за одни сутки до отправления возвращается 50% стоимости проезда.
36. При возврате билета возвращается страховой сбор, если он взимался при покупке.
37. При возврате билета комиссионный сбор не возвращается.
38. Каждый факт возврата билета регистрируется отдельно.

3.4 Транзакции пользователя

- Создание записи о заказе мест на рейсе.
- Резервирование свободных мест на рейсе.
- Создание записи о продаже проездного билета.
- Создание записи о продаже багажного билета.
- Освобождение места и создание записи о возврате билета.
- Печать ведомости о продаже билетов на рейс.

Приложение 1 Ведомость посадки на рейс

ЗАО «Лупидорский автовокзал» Ведомость посадки на рейс №2230 Маршрут 110 Лупидорск — Чугуевск. Дата: 20.11.2025 г. Время отпр:10:00 Тип автобуса: Mercedes-Benz.			
Место	Пункт назначения	Статус	Примечание
1			
2			
3	Бунькино	+	
4	Бунькино	+	
5	Бунькино	+	
6	Чугуевск	—	Неявка
7	Чугуевск	+	
8	Сунькино	+	Допродано
9			
...	
64			
Всего занято мест 54		Неявка 3	

Приложение 2 Примеры выходных документов

Проездной билет

ЗАО «Лупидорский АВ»
 ПРОЕЗДНОЙ БИЛЕТ
 № 3456767
 Маршрут 110 Лупидорск —
 Чугуевск.
 От: Лупидорск
 До: Бунькино
 Дата отпр: 20.11.2025 г.
 Время отпр: 10:00
 Место: 3
 Цена: 225р.00к.
 Комиссионный сбор: 15р.00к.
 Страховой сбор: 11р.25к.
 Итого к уплате: 251р.25к.
 Включая НДС: 296р.25к.
 Платформа: 3
 Дата продажи: 07.11.05
 Номер кассира: 2345

Багажный билет

ЗАО «Лупидорский АВ»
 БАГАЖНЫЙ БИЛЕТ
 № 879654
 Маршрут 110 Лупидорск —
 Чугуевск.
 От: Лупидорск
 До: Бунькино
 Дата отпр: 20.11.2025 г.
 Время отпр: 10:00
 Мест: 2
 Цена: 22р.50к.
 Сумма: 45р.00к.
 Комиссионный сбор:
 Страховой сбор:
 Итого к уплате: 45р.00к.
 Включая НДС: 54р.00к.
 Платформа: 3
 Дата продажи: 20.11.05
 Номер кассира: 1245

Ведомость продажи билетов на рейс

ЗАО «Лупидорский автовокзал» Ведомость продажи билетов на рейс №2230 Маршрут 110 Лупидорск — Чугуевск. Дата: 20.11.2025 г. Время отпр:10:00 Тип автобуса: Mercedes-Benz.				
Место	Пункт назначения	Дата	Сумма	№Кассира
1				
2				
3	Бунькино	07.11.05	251.25	2345
4	Бунькино	07.11.05	251.25	2345
5	Бунькино	07.11.05	251.25	2345
6	Чугуевск	07.11.05	780.23	2345
7	Чугуевск	10.11.05	780.23	1325
8	Чугуевск	10.11.05	780.23	1325
...
64
Всего продано мест 60			на сумму	24589.78

Вариант 3. Регистратура клиники

1 Описание деятельности

Целью клиники является оказание медицинских услуг по различным направлениям. В ней существуют следующие подразделения:

- терапевтическое отделение;
- педиатрическое отделение;
- травматологическое отделение;
- хирургическое отделение;
- кабинет окулиста;
- гинекологический кабинет;
- «Семейный врач»;
- кабинет нетрадиционной медицины;
- кабинет компьютерной диагностики;
- процедурный кабинет.

В этих подразделениях работают врачи соответствующих специальностей, а также младший медицинский персонал.

В регистратуре клиники ведется учет пациентов клиники. На каждого пациента заводится медицинская карта с индивидуальным номером и личными данными пациентов.

У каждого специалиста свой график работы, определяющий время приема в течение рабочей недели. Любой желающий может записаться на прием в удобное для него время. Запись на прием регистрируется. Посещение или непосещение пациентом врача также фиксируется. Если клиент не явился на прием, то работник регистратуры может связаться с ним, выяснить причину и назначить время нового приема. Результаты визита пациента к специалисту — поставленный диагноз, назначенные анализы, лечебные назначения — подлежат регистрации.

Ежедневно работник регистратуры составляет расписание приемов для каждого работающего в этот день специалиста. Ежемесячно готовятся отчеты о выполненном объеме работ различных специалистов. Раз в год составляется статистический отчет о заболеваемости.

Цель проекта: автоматизация регистратуры клиники

Точка зрения: регистратор.

2. Функции пользователя

Функция	Частота исполнения
Регистрация нового пациента.	По мере поступления.
Запись пациента на приём к врачу.	По требованию пациента.
Составление графика работы специалистов.	Раз в полгода.
Корректировка графика работы специалистов.	При необходимости.
Регистрация результатов приёма пациента.	По факту.
Подготовка расписания приёмов.	Ежедневно.
Подготовка отчёта о проведённых приёмах специалистов.	Ежемесячно.
Подготовка статистического отчёта о заболеваемости.	Ежегодно.

3 Исходные данные для проектирования

3.1 Входные документы и сообщения

- Сообщение о враче:
 - индивидуальный код — 123;
 - ФИО — Копосов Николай Андреевич;
 - отделение — хирургическое;
 - специализация — хирург-гастроэнтеролог;
 - категория — высшая;
 - домашний адрес — ул. Моховая, 15, кв. 6;
 - телефоны — 43-15-26, 903-912-30-25.
- Сообщение о пациенте:
 - номер карты — 112/26;
 - ФИО — Колюшкина Надежда Николаевна;
 - пол — Ж;
 - дата рождения — 26.03.1972;
 - домашний адрес — пер. Карповский, 3, кв.12;
 - телефоны — 56-12-13;
 - место работы — магазин «Счастье моё»;

страховая компания — «Стоик-мед»;
номер полиса — 4658;
дата выдачи — 12.03.2005.

- Сообщение об отделении:
код — НТМ;
наименование — нетрадиционной медицины.
- Сообщение о кабинете:
номер кабинета — 302,
код отделения — ОХ.
телефон — 34-45-56.
- Желаемый график приёмов врача. Предоставляется врачом.
Пример в приложении А.
- Сообщение о визите пациента:
номер карты — 382/12;
ФИО — Дубков Н.Т.
врач — Никонов Т.П.
дата визита — 01.02.2006;
время визита — 14:20;
дата следующего визита (назначается врачом);
состоялся/нет (по свидетельству врача).
код заболевания — 457, 293, 851.
назначения:
номер рецепта — 145,
название лекарства — Кабестан-Т,
дозировка — 3×1 ,
название лекарства — Кукумария,
дозировка — 3×2

3.2 Выходные документы и сообщения

- Расписание приёмов врача на рабочий день.
- Отчет о работе специалистов за месяц.
- Статистика заболеваний.

Примеры выходных документов приведены в Приложении Б.

3.3 Деловой регламент

1. Не существует двух врачей с одинаковыми значениями индивидуального кода.
2. Каждый врач закреплен точно за одним отделением.
3. За одним отделением может быть закреплено несколько врачей.
4. За каждым отделением закреплено не менее одного кабинета.
5. Каждый кабинет закреплен точно за одним отделением.
6. За кабинетом может быть закреплен ровно один номер телефона.
7. Могут быть кабинеты без телефонных аппаратов.
8. У специалиста может быть домашний и сотовый номер телефона.
9. Каждый врач имеет только одну специализацию.
10. В клинике могут работать несколько врачей с одинаковой специализацией.
11. Уровень квалификации врача определяется его категорией.
12. Категория врача может принимать значения: «1», «2», «3», «высшая».
13. На каждого пациента в клинике заводится ровно одна медицинская карта.
14. Не существует двух медицинских карт с одинаковыми номерами.
15. Пол пациента может принимать значения «М» или «Ж».
16. Дата рождения пациента и дата визита пациента хранятся в следующем виде: «ДД.ММ.ГГГГ».
17. Режим работы врача зависит от дня недели.
18. Врач может принимать пациентов в течение одного дня только в одном кабинете.
19. Пациент может записаться на прием не ранее, чем за неделю до приема.
20. Клиника работает 5 дней в неделю с понедельника по пятницу.
21. Продолжительность времени приёма пациента по умолчанию составляет 45 минут.
22. Каждый факт визита пациента регистрируется.

23. В ходе приёма пациента может быть обнаружено несколько заболеваний.
24. Одно и то же заболевание может быть обнаружено у нескольких пациентов.
25. Каждое заболевание имеет уникальный код, определяемый Международным классификатором.
26. Каждый рецепт имеет уникальный номер.
27. Рецепт выписывается точно одному пациенту.
28. В рецепте можно указать несколько лекарственных препаратов.
29. Наименование лекарственного средства уникально.

3.4 Транзакции пользователя

- Ввод и обновление сведений о пациенте.
- Ввод и обновление сведений о враче.
- Создание и обновление графика приёмов врачей.
- Запись пациента на прием к врачу.
- Подготовка и печать расписания приёмов врача на текущий рабочий день.
- Регистрация результатов приёма (поставленных диагнозов и выписанных рецептов).
- Ввод сведений о приеме специалистов на неделю.
- Подготовка и печать отчётов.

Приложение А Примеры входных документов

Желаемый график работы врача					
10801	Хирург	Сом Д.П.	Хирургическое отделение		
День недели	пн	вт	ср	чт	пт
Время приема	9:00-13:00	13:30-18:00	9:00-13:00	13:30-18:00	9:00-13:00
№кабинета	215	211	110	215	110
.....					
.....					

Приложение Б Примеры выходных документов

Расписание приёмов врача на день

10801	Хирург	каб.№211	Хирургическое отделение	
	Сом Д.П.	27.12.2005г.	Вт.	
	Время	ФИО пациен- та	№ карты	Факт
	13:30-14:15	Светлая С.С.	111111	+
	14:30-15:15	Темный Т.Т.	222222	-

Ежемесячный отчёт о количестве приёмов

Частная клиника «Авиценна»			Ноябрь 2005г.
Код врача	ФИО врача	Специальность	Принято пациентов
20013	Садчикова А.В.	окулист	85
10081	Сон Д.Д.	хирург	72
...

ПРИЛОЖЕНИЕ Г Сводка правил IDEF1X

Г.1 Именованние и определение сущностей, доменов и атрибутов

- Сущности, атрибуты и домены обязательно именуются. Именем может быть только имя существительное, возможно с определениями. В качестве имен допускаются аббревиатуры и акронимы.
- Имя должно быть уникальным и осмысленным. Формальное определение имени обязательно включается в глоссарий модели.
- Допускается использование псевдонимов и синонимов имени. Псевдонимы и синонимы имени должны быть определены в глоссарии.
- Имя сущности, атрибута или домена должно иметь единственный смысл и этот смысл всегда должен выражаться этим именем. Тот же смысл не может вкладываться в другое имя, если оно не является псевдонимом или синонимом основного.
- Сущности и атрибуты всегда именуются в единственном числе. Это обеспечивает интерпретацию диаграмм фразами естественного языка.

Г.2 Правила для атрибутов

- Каждый атрибут является собственным атрибутом точно одной сущности.
- Присоединенный атрибут должен быть частью первичного ключа передавшей его сущности (*родительской* или *родовой*). Присоединенный атрибут помечается символом (FK), следующим за именем атрибута.
- Каждый экземпляр сущности должен иметь определенное значение каждого атрибута, являющегося частью первичного ключа.
- Не может быть экземпляра сущности, имеющего более чем одно значение какого-либо из атрибутов (т.е. допустимы только атомарные значения атрибутов).
- Атрибуты, не являющиеся частью первичного ключа, могут иметь неопределенные значения (не используемые или неизвестные). Для ясности такие атрибуты помечаются символом "O", следующим за именем атрибута: <имя-атрибута> (O)

(*Optional - необязательный*).

- В диаграмме атрибут помечается либо собственным именем, либо его псевдонимом. Если он является собственным атрибутом одной сущности и присоединенным атрибутом другой, то либо он имеет одинаковые имена в обеих сущностях, либо помечается именем роли или псевдонимом имени роли, как присоединенный.
- Атрибут может помечаться различными именами (псевдонимами) в различных диаграммах модели.
- В диаграмме не может быть двух различно поименованных атрибутов, имена которых являются синонимами.

Г.3 Именованное специфическое соединение

- Соединению присваивается имя, выражаемое глаголом или глагольным оборотом. Имя размещается около линии соединения.
- Имя каждого соединения, в котором участвует одна и та же пара сущностей, должно быть уникальным во множестве имен соединений этих сущностей, но имена соединений могут быть неуникальными в пределах диаграммы.
- Имена специфических соединений выбираются так, чтобы можно было построить осмысленную фразу, составленную из имени родительской сущности, имени соединения, выражения кардинальности и имени сущности-потомка.
- Соединение может быть поименовано от родителя и от потомка. В этом случае первым идет имя “от родителя”, затем “/” имя “от потомка”.
- Соединение обязательно должно быть поименовано со стороны родителя. Если оно не именуется со стороны потомка, то имя должно выбираться так, чтобы связь легко читалась и со стороны потомка.
- Специфическим соединениям рекомендуется давать полные имена, т.е. как “от родителя”, так и “от потомка”.

Г.4 Правила для специфических соединений

- Специфическое соединение всегда существует между точно двумя сущностями — родителем и потомком.
- Сущность может вступать в соединения с другими сущностями либо как родитель, либо как потомок.
- В идентифицирующем и обязательном неидентифицирующем соединениях каждый экземпляр потомка всегда ассоциируется точно с одним экземпляром родителя.
- В необязательном неидентифицирующем соединении каждый экземпляр потомка всегда ассоциируется с нулем или одним экземпляром родителя.
- Экземпляр родителя может ассоциироваться с нулем, одним или более экземпляров потомка. Количество экземпляров потомка определяется спецификацией кардинальности.
- Потомок в идентифицирующем соединении всегда является зависимой сущностью.
- Потомок в неидентифицирующем соединении может быть независимой сущностью, если он не является потомком в каком-либо другом идентифицирующем соединении.
- Только неидентифицирующие соединения могут быть рекурсивными.

Г.5 Правила для связей категоризации

- Категория может иметь только одну родовую сущность. Она может принадлежать только одному кластеру категорий.
- Категория в одной категоризационной связи может быть родовой сущностью в другой категоризационной связи.
- Сущность может быть родовой для любого числа кластеров категорий.
- Все экземпляры одной категории имеют одно и то же значение дискриминатора.
- Экземпляры различных категорий должны иметь различные значения дискриминатора.
- Не существует сущностей, которые могут быть родовыми предками самих себя непосредственно или через посредство циклической связи категоризации.

- Не существует двух кластеров категорий одной и той же родовой сущности, имеющих один и тот же дискриминатор.
- Дискриминатором полного класса категорий не может быть атрибут, значения которого могут быть неопределенными.
- Первичный ключ любой категории должен совпадать с первичным ключом родовой сущности. В качестве имен ключевых атрибутов категорий могут использоваться имена ролей.
- Категория может быть потомком в некотором идентифицирующем специфическом соединении лишь при условии, что первичный ключ, переданный через это соединение, полностью содержится в первичном ключе категории, удовлетворяющем предыдущему правилу.

Г.6 Правила для неспецифических соединений

- Неспецифическое соединение всегда существует между точно двумя сущностями.
- Экземпляр каждой сущности может быть ассоциирован с нулем, одним или более экземпляров другой сущности согласно спецификации кардинальности.
- На KB- и FA-уровнях IDEF1X-диаграмм все неспецифические соединения должны быть заменены специфическими или связями категоризации.
- Неспецифические соединения могут быть рекурсивными.

Г.7 Правила для первичных и альтернативных ключей

- На диаграммах KB- и FA- уровней каждая сущность должна иметь первичный ключ.
- Сущность может иметь несколько альтернативных ключей.
- Как первичный, так и альтернативный ключ может быть либо одиночным атрибутом, либо группой атрибутов.
- Отдельный атрибут может быть частью более чем одного ключа, первичного или альтернативного.
- Атрибуты, входящие в первичный и альтернативный ключи, могут быть как собственными атрибутами сущности, так и присоединенными через связь с другой сущностью.
- Первичный и альтернативные ключи должны содержать только те атрибуты, которые необходимы для уникальной идентификации.

ции экземпляров сущности. (Правило минимальности ключа)

- Каждый неключевой атрибут должен функционально зависеть от полного первичного ключа, если он составной. (Правило функционально полной зависимости).
- Каждый атрибут, не являющийся частью первичного ключа или какого-либо из альтернативных, должен функционально зависеть только от первичного ключа и каждого из альтернативных. (Правило отсутствия транзитивных зависимостей).

Г.8 Правила для внешних ключей

- Каждая сущность, являющаяся потомком в специфическом соединении или категорией в связи категоризации, должна содержать внешний ключ — множество атрибутов, переданных связью. Конкретный атрибут может быть элементом нескольких внешних ключей. Число атрибутов в каждом внешнем ключе должно совпадать с числом атрибутов первичного ключа родительской или родовой сущности.
- Первичный ключ родовой сущности должен передаваться как первичный ключ каждой категории.
- Потомок не может содержать двух полных внешних ключей, которые соотносят с каждым его экземпляром один и тот же экземпляр одного и того же предка, если эти внешние ключи не переданы через различные пути связей, включающие, по крайней мере, одну промежуточную сущность между этим предком и потомком.
- Каждый присоединенный атрибут потомка или категории должен быть атрибутом первичного ключа связанной с ним родительской или родовой сущности. Обратно, каждый атрибут первичного ключа родительской или родовой сущности должен быть присоединенным атрибутом связанного с ней потомка или категории.
- Каждое имя роли, назначенное присоединенному атрибуту, должно быть уникальным и в одно и то же имя всегда должен вкладываться один и тот же смысл. Один и тот же смысл не может вкладываться в разные имена, если они не являются псевдонимами.
- Присоединенный атрибут может быть частью более чем одного

множества внешних ключей при условии, что он имеет одно и то же значение в этих множествах в некотором фиксированном экземпляре сущности. Такому присоединенному атрибуту может быть назначено имя роли.

- Каждый атрибут внешнего ключа должен ссылаться на один и только один атрибут первичного ключа родителя.

ПРИЛОЖЕНИЕ Д Пример проектирования схемы БД

ФИРМА «ПРИЯТНОГО АППЕТИТА»

Предисловие

Небольшая фирма выполняет заказы на обслуживание банкетов. Владелец фирмы участвует в работе над заказами на общих основаниях, и, кроме того, ведёт учёт доходов и расходов фирмы. Для того чтобы уменьшить затраты времени на эту часть работы и повысить качество учёта, он заказал студенту кафедры АСУ Васе Дубову приложение «под ключ». Вася приступил к работе в рамках курсового проекта по БД.

Ниже приводятся рабочие документы проекта с комментариями преподавателя. Преподаватель не подозревает о том, что Вася делает свой маленький бизнес.

1 Задание на проектирование схемы данных

Описание бизнеса

Цель фирмы — получение прибыли от обслуживания банкетов. Фирма располагает собственным помещением для проведения таких мероприятий, и хорошо известна в городе высоким качеством приготовленных блюд при относительно невысокой цене порции. Клиентом фирмы может стать любой желающий. Если клиент сделал заказ дважды, то он получает статус постоянного, и может пользоваться скидкой.

Клиент делает предварительный заказ, как правило, за неделю. При этом он определяет примерное меню банкета и указывает максимальное количество ожидаемых гостей. Владелец фирмы принимает заказ, составляет смету и определяет стоимость заказа. Клиент выдаёт владельцу фирмы аванс на закупку продуктов. Авансовый платёж проводится через кассу. Окончательный расчёт производится по факту выполнения заказа на основании документов, подтверждающих расходы фирмы.

Фирма имеет налаженные связи с поставщиками наиболее качественных ходовых продуктов. Продукты закупаются у них под за-

каз за наличный расчёт. Каждая закупка оформляется документально.

Помимо владельца в фирме постоянно работают три наёмных работника. Работа над заказами (закупка продуктов, приготовление блюд, сервировка, обслуживание) распределяется, как правило, за неделю до срока исполнения. При этом учитываются навыки работников, и наличие у них свободного времени. Если одновременно в работе находится несколько заказов, то могут привлекаться временные работники — члены семей владельца фирмы или постоянных работников.

Владелец фирмы заинтересован в автоматизации учёта доходов и расходов фирмы.

Функции владельца:

- приём заказа на проведение банкета;
- составление сметы заказа;
- регистрация авансового платежа клиента;
- расчёт необходимого количества продуктов;
- регистрация расходов на закупку продуктов;
- подготовка итогового счёта клиенту;
- регистрация окончательного расчёта с клиентом.

Цель проекта: обеспечить автоматизированную регистрацию заказов, расчётов с клиентами и поставщиками, подготовку и печать смет заказов и счетов клиентам.

Точка зрения: владелец фирмы.

2 Исходные данные для проектирования

Входные документы и сообщения

1. Сообщение о клиенте:

Кусалкин Жорес Едохович, тел.: 41-44-14, 913-876-53-35.

2. Заказ на проведение банкета

Заказ №2401/2 от 18.01.06

Заказчик Кусалкин Ж.Е.;

Дата/время 24.01.06; 14:30 — 18:00;

Гости 12 чел.

Меню-смета:

салат «Мучачо» 6×15= 90;

салат «Чомуча» 6×15= 90;

бифштекс «Моби Дик» 12×50=600;

.....

ИТОГО 7600 руб.

3. Сообщение об авансовом платеже:

Кусалкин Ж.Е. Чек №345237; 19.01.06;

сумма 4000 руб. 00 коп.

4. Сообщение о поставщике:

ИЧП Паськин; ул. Дубовая, 12; тел. 23-45-67.

Предложения: дичь боровая, дикоросы любые.

5. Сообщение о закупке:

Заказ №2401/2

ИЧП Паськин. Чек №980807; 20.01.06

рябчик 12 шт. × 50р. = 600р.

с/грибы бел. 1кг. × 250р. = 250р.

.....

ИТОГО 2300руб. 00коп.

Выходные документы и сообщения

1. Счёт банкета. См. Приложение А

2. Отчёт о закупках для банкета. См. Приложение Б

Деловой регламент

1. При первом обращении клиент регистрируется под уникальным именем.
2. Имя клиента не может быть изменено при последующих обращениях.
3. При каждом обращении клиент должен указать номер контактного телефона.
4. Клиент может указать несколько номеров контактных телефонов.
5. Каждому заказу присваивается уникальный код.
6. Код заказа имеет формат ДеньМесяц/Номер, где

ДеньМесяц — дата, на которую назначен банкет,

Номер — порядковый номер заказа на эту дату.

7. На один и тот же день может быть принято не более трёх заказов.
8. Меню заказа ограничено перечнем блюд, которые может готовить фирма.
9. При регистрации заказа определяется состав и количество необходимых продуктов.
10. При регистрации заказа оценивается стоимость требуемого набора продуктов с точностью до 10%.
11. Клиент должен внести аванс в размере 60% стоимости набора продуктов.
12. Закупки продуктов для одного заказа могут производиться у различных поставщиков.
13. У одного и того же поставщика могут производиться закупки для различных заказов.
14. Каждая закупка сопровождается товарным и кассовым чеками.
15. В закупку может быть включено несколько видов продуктов.
16. Один и тот же вид продукта может быть включён в различные закупки для одного и того же или различных заказов.
17. Цена продукта определяется поставщиком и зависит от даты закупки.
18. Цена одной порции блюда равна сумме стоимости набора продуктов и стоимости приготовления.
19. Стоимость приготовления блюда составляет 15% от суммы стоимости набора продуктов.
20. Стоимость заказа складывается из стоимости приготовленных блюд, стоимости проката зала и стоимости обслуживания.
21. Стоимость проката зала = 500 руб/час.
22. Стоимость обслуживания = число гостей × 50 руб.
23. Значения, указанные в правилах 19, 21, 22 могут изменяться владельцем фирмы по результатам анализа рентабельности предприятия.

Транзакции

1. Регистрация заказа.
 - подготовка сметы,
 - регистрация авансового платежа.

2. Обновление справочника клиентов.
3. Регистрация закупок для заказа.
4. Подготовка счёта клиенту.
6. Обновление справочника поставщиков.

Приложение А Счёт банкета

ИЧП «Приятного аппетита»	Лицензия №45637588838			
Счёт №2401/2				
Клиент	Кусалкин Ж.Е.			
Дата	24.01.06			
Меню				
№	Блюдо	Цена	Порц	Сумма
1.	Салат «Мучачо»	18.00	6	108.00
2.	Салат «Чомуча»	15.00	6	90.00
3.	Бифштекс «Моби Дик»	65.00	12	780.00
..
Стоимость блюд				7200.00
Обслуживание				720.00
Всего начислено				7920.00
Внесён аванс в сумме				4000.00
К оплате				3920.00

Приложение Б Отчёт о закупках для заказа

Отчёт о закупках		
Заказ №2401/2	Кусалкин Ж.Е.	24.01.06
ИЧП Паськин	Чек №980807;	20.01.06
Рябчик	12 шт. × 50р. = 600р.	
С/грибы бел.	1кг. × 250р. = 250р.	
.....		
Сумма	2300р 00коп.	
ООО "Кацап"	Чек №236188;	22.01.06
Водка "Парламент"	2 шт. × 150р. = 300р.	
Коньяк "Хенеси"	1 шт. × 1500р. = 1500р.	
.....		
Сумма	2900р 00коп.	

Всего закуплено на сумму	5200р 00коп
--------------------------	-------------

Материал разделов 1, 2 был оформлен как Промежуточный отчёт №1 и представлен руководителю курсового проекта в назначенный срок. Отчёт был утверждён со следующим замечанием.

Опишите способы подготовки сметы и счёта.

Вася продолжил работу над заданием и добавил к имеющимся материалам ниже следующее.

Расчёт сметы

$$ПС = ПСМ + АЗ + Обсл,$$

где

ПС оценка стоимости банкета,

ПСМ оценка стоимости набора блюд,

АЗстоимость проката зала (см. правило 21);

Обсл стоимость обслуживания (см. правило 22)

$$ПСМ = СУММА (ПСБ * ЧП).$$

Здесь

ЧП число заказанных порций блюда;

ПСБ экспертная оценка стоимости блюда.

Значение ПСБ оценивается владельцем на основании имеющегося опыта и вводится при регистрации заказа.

Значение оценки стоимости набора продуктов для банкета вычисляется по формуле $ПСН = ПСБ * 0,85$.

Подготовка счёта

(См. правила 17 — 23)

$$С = СМ + АЗ + Обсл,$$

где

С фактическая стоимость банкета,

СМ фактическая стоимость набора блюд,

АЗстоимость проката зала (см. правило 21);

Обсл стоимость обслуживания (см. правило 22)

$$СМ = СУММА (СБ * ФЧП).$$

Здесь

ФЧП число фактически приготовленных порций блюда;

СБ фактическая стоимость блюда.

Значение СБ рассчитывается по формуле:

$СБ = СМП + СГ$.

Здесь

СМП фактическая стоимость ингредиентов блюда в расчёте на порцию;

СГ стоимость приготовления порции блюда.

Работа над заданием потребовала от Васи значительных и непривычных усилий, и отняла много времени. Зато теперь он довольно ясно представляет проблемы заказчика и может приступать к анализу его требований. Заметим, что для разработки приложения следует дополнить задание сведениями о тех функциях пользователя, которые должно поддерживать приложение. Однако мы здесь рассматриваем только пример проектирования базы данных. О приложении пока забудем.

3 Проектирование концептуальной модели

Словарь предметной области

Работа над проектом базы данных начинается с составления словаря предметной области. Он содержит имена существительные, которые использованы в описаниях бизнес-процессов, а также входных и выходных документов и сообщений. Многие из этих имён идентифицируют объекты, сведения о которых должны храниться в базе данных — сущности предметной области. Другие являются именами свойств объектов или названиями входных и выходных документов. Третьи могут обозначать объекты, не представляющие интереса для пользователя, по крайней мере, в контексте проекта.

Первая задача этапа концептуального моделирования — идентификация сущностей. Для этого проектировщик

- описывает смысл имён, включённых в словарь;
- анализирует описания с целью выявления имён сущностей.

Подчеркнём, что, выполняя эту работу, аналитик должен смотреть на предметную область глазами будущего пользователя системы.

Описания смысла имён должны быть ответами на вопрос: «Что обозначает это слово в представлении пользователя?»

Для того чтобы выяснить, обозначает ли имя *сущность*, следует ответить на вопросы:

- "Нужно ли пользователю сохранять сведения об этом для выполнения какой-либо функции?"
- "Обозначает ли имя некоторый набор свойств?"

На этом этапе следует сосредоточиться именно на **выделении сущностей**. Попавшие в поле зрения проектировщика атрибуты, конечно, должны быть исследованы и зафиксированы, однако **не нужно** стремиться выявить все атрибуты.

В процессе анализа могут быть обнаружены:

- группы имён, обозначающих свойства некоторого объекта, возможно, не упомянутого в словаре;
- группы имён, обозначающих объекты со сходными свойствами;
- имена, обозначающие объекты, существующие в единственном экземпляре;
- имена, обозначающие выходные документы.

В первом случае нужно, при необходимости, дополнить словарь новым именем объекта — кандидата в сущности.

Во втором случае следует подумать о необходимости генерализации — объединения сходных объектов под общим именем.

То, что существует в ПО в единственном экземпляре, например:

- бухгалтерия — подразделение администрации предприятия,
- склад — помещение для хранения товара,
- фирма — предприятие, для которого создаётся БД,
- и т.п.,

сущностью не является.

Выходной документ является результатом агрегирования и анализа первичных данных, в каком-то виде сохраняемых пользователем. Его **не следует рассматривать как сущность**.

Вася приступил к составлению словаря. Для начала он попытался напрямую выяснить у своего заказчика, какие сущности и связи того интересуют. Между ними состоялся такой диалог.

— А какие данные Вам нужны?

— Ну... Все!

— М-м-м. Сущности какие Вас интересуют?

— ???

Не понимает. И не мудрено. Он и слово-то это никогда не слышал. По крайней мере, в таком контексте. Вася попытался продолжить:

— Ну-у... Как бы... Эт-та... По ходу...

Дальше дело не пошло. На уме были одни междометия. И те неприличные. Вася вспомнил слова преподавателя:

«Заказчик никогда не может сказать, что ему нужно, но он всегда может сказать, нужно ли ему то, что вы предлагаете»,

и тактично закруглил беседу. Он понял, что придётся предложить заказчику какой-то набор сущностей, и задать ему вопрос: «А нужны ли Вам сведения об этом?»

Пришлось выполнять работу так, как советовал преподаватель. Именно, положить перед собой текст задания на проектирование, и выписать из него имена существительные.

Затем Вася представил себя владельцем фирмы "Приятного аппетита" и, продвигаясь по словарю сверху вниз, стал задавать себе вопросы:

"Какой смысл я вкладываю в это имя?"

"Для чего нужны мне сведения об этом?"

"Нужно ли сохранять эти сведения в БД?"

"Это имя обозначает объект, факт, концепцию или свойство чего-то?"

Иногда ответы возникали легко, но чаще требовались размышления, направленные на уточнение смысла имён. В конце концов,

¹ Это было непривычно, и сначала не просто, но интересно.

весь список был обработан. Оказалось, что Вася затратил на эту работу около двух часов. Пора делать перерыв! Продолжим завтра.

В таблице 3.1 приведена часть словаря, составленного Васей. Колонка СТАТУС фиксирует результаты анализа имён. Символ ‘—’ означает, что объект (по мнению Васи!) не является сущностью. Символ ‘С’ имеет противоположный смысл. Символ ‘?’ означает, что Вася сомневается в своём решении.

Таблица 3.1 — Словарь предметной области

ИМЯ	ОПРЕДЕЛЕНИЕ	СТАТУС
ФИРМА	Предприятие, для которого создаётся БД.	—
ЗАЛ	Принадлежащее ФИРМе помещение, предназначенное для проведения банкетов.	—
КЛИЕНТ	Лицо, сделавшее ЗАКАЗ на подготовку банкета.	С
ЗАКАЗ	Соглашение между КЛИЕНТОм и фирмой, определяющее перечень БЛЮД и услуг фирмы, в которых заинтересован КЛИЕНТ.	С
МЕНЮ	Согласованный с КЛИЕНТОм перечень БЛЮД, которые должны быть приготовлены к началу банкета в согласованном с КЛИЕНТОм количестве ПОРЦИЙ.	Атрибут ЗАКАЗа
АВАНС	Факт внесения КЛИЕНТОм определённой суммы денег в счёт оплаты ЗАКАЗа.	С
СМЕТА	Согласованный с КЛИЕНТОм расчёт стоимости ЗАКАЗа.	Выходной документ
СЧЁТ	Документ, на основании которого осуществляется расчёт с КЛИЕНТОм.	Выходной документ
РАСЧЁТ	Факт погашения КЛИЕНТОм денежных обязательств по ЗАКАЗу.	Атрибут ЗАКАЗа(?)

БЛЮДО	Готовый к употреблению пищевой продукт, который может быть приготовлен работниками фирмы. Как правило, состоит из нескольких ингредиентов.	С
ПОРЦИЯ	Весовая или объёмная часть БЛЮДа, предназначенная для одного едока.	Атрибут БЛЮДа
ПРОДУКТ	Пищевой продукт, входящий в состав одного или более блюд.	С
РЕЦЕПТ	Перечень ПРОДУКТов входящих в состав БЛЮДа, с указанием количества и описанием технологии приготовления.	Атрибут БЛЮДа
ПОСТАВЩИК	Лицо, которое поставляет или может поставлять продукты.	С
ЗАКУПКА	Подтверждённый документально факт приобретения у ПОСТАВЩИКа одного или более ПРОДУКТов для ЗАКАЗа.	С
ЧЕК	Выданный ПОСТАВЩИКом документ, сопровождающий ЗАКУПКу.	Входной документ

Из определений понятно, что ФИРМА и ЗАЛ существуют в единственных экземплярах. Характеристики этих объектов не участвуют в процессах учёта заказов. Потому никакая информация о них в базе данных не нужна. СМЕТА и СЧЁТ — это выходные документы, которые могут быть подготовлены на основании хранимых данных. ЧЕК — источник первичных данных.

МЕНЮ можно понимать как составной многозначный атрибут ЗАКАЗа. ПОРЦИЯ — это простой атрибут БЛЮДа, а ИНГРЕДИЕНТ — его составной многозначный атрибут. Остальные имена, по мнению Васи, идентифицируют сущности предметной области.

Определение отношений сущностей

Сущности предметной области в процессе деятельности вступают в различные отношения. В естественной речи эти отношения выражаются простыми предложениями.

После перерыва Вася занялся отношениями. Ниже приведён составленный им список².

1. КЛИЕНТ сделал один или более ЗАКАЗов.
2. ЗАКАЗ может быть сделан точно одним КЛИЕНТОм.
3. ЗАКАЗ обусловил один или более АВАНСов.
4. АВАНС обусловлен точно одним ЗАКАЗОм.
5. БЛЮДО может быть включено в несколько различных ЗАКАЗов.
6. ЗАКАЗ может предусматривать приготовление нескольких БЛЮД.
7. ПРОДУКТ может использоваться для приготовления нескольких БЛЮД.
8. БЛЮДО включает несколько различных ПРОДУКТов.
9. ПОСТАВЩИК предлагает несколько ПРОДУКТов.
10. ПРОДУКТ предлагается несколькими ПОСТАВЩИКами.
11. ПОСТАВЩИК продал несколько различных ПРОДУКТов.
12. ПРОДУКТ покупался у нескольких различных ПОСТАВЩИКов.
13. ПРОДУКТ для ЗАКАЗа покупался у нескольких различных ПОСТАВЩИКов.
14. КЛИЕНТ внёс несколько АВАНСов.
15. АВАНС внесён КЛИЕНТОм.

Каждая подобная фраза описывает множество однотипных фактов и/или формулирует определённое правило бизнеса. Так предложение 1 может иметь следующие «реализации»:

«Иванов сделал заказ 1501/2»

«Петров сделал заказ 1201/1»

«Иванов сделал заказ 1001/1»

Предложение 2 суть правило. Оно утверждает, что наряду с выше приведёнными «реализациями» предложения 1 не может существовать, например, такая:

«Сидоров сделал заказ 1201/1»

Совокупность таких фраз является описанием предметной области на высшем уровне абстракции. Оно не содержит характеристик

² Прописными буквами выделены неизменяемые части имён существей.

сущностей и спецификаций связей, но передаёт смысл отношений сущностей. **Не все** отношения сущностей представляют интерес для пользователя БД. Поэтому следующий шаг процесса проектирования — определение тех отношений (связей) сущностей, которые должны быть отражены в модели.

Используя нотации ER-модели данных, Вася "нарисовал" записанные выше фразы (см. рис. 3.1). Цифры около ромбов — номера фраз в списке.

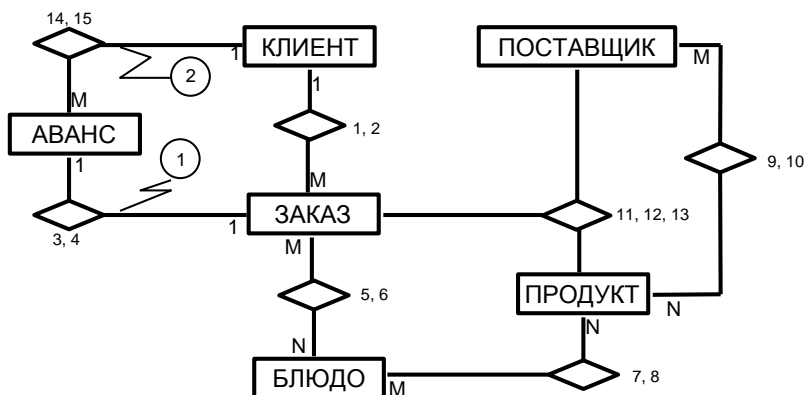


Рис. 3.1 Первый вариант диаграммы «сущность-связь»

Сделав этот набросок, Вася положил работу в стол. Нужно было срочно писать контрольную по ФЛП. Иметь "хвост" ему не хотелось.

Через несколько дней он вернулся к диаграмме, и посмотрел на неё критически. Сразу бросилась в глаза связь АВАНС — КЛИЕНТ. Вряд ли это отношение интересует пользователя. Для него имеет значение только факт внесения аванса в связи с заказом. Подозрительной показалась и связь 1:1 ЗАКАЗ — АВАНС. Если аванс для заказа действительно вносится одновременно, как на диаграмме, то нет смысла рассматривать его как сущность.

Вася решил уточнить правила внесения аванса. Поговорив с заказчиком, он выяснил, что фирма не начинает работу над заказом до получения аванса. Аванс должен быть внесён одновременно. Разу-

меется, владелец нередко идёт навстречу клиенту, соглашаясь принять аванс частями, но в любом случае фиксируется только сумма платежей. Получив и обдумав эту информацию, Вася решил, что аванс — это атрибут сущности ЗАКАЗ и откорректировал диаграмму «сущность-связь» (см. рис. 3.2).

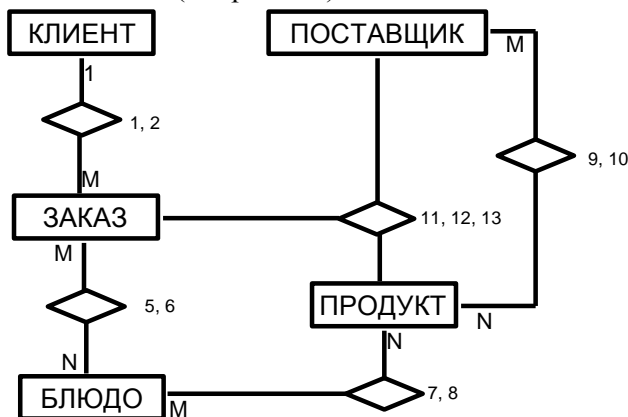


Рис. 3.2 Второй вариант диаграммы «сущность-связь»

Вася показал откорректированную диаграмму заказчику, объяснив правила интерпретации таких картинок. Заказчик подумал, и сказал, что его действительно интересуют только изображённые здесь объекты и отношения³. Правда, он не совсем понимает, зачем Вася включил в картинку связь 9, 10. Вася пояснил, что он думает, что заказчику нужны сведения о том, какие именно продукты и по какой цене можно купить у того или иного поставщика. Заказчик снисходительно хихикнул, и сказал, что он и без всякого компьютера знает, у кого и что можно купить. Не так уж и много у него поставщиков. А цены... Они же всё время растут! Замучишься обновлять. Надо, однако, эту связь убрать. Пожелание заказчика — закон для проектировщика. Да и убрать проще, чем вставить. Поэтому мы и показывать не будем, что получилось. Уберите сами.

³ Конечно, эти слова он не использовал, поскольку они не входят в активную часть его лексического запаса.

После этого обсуждения Вася решил, что концептуальная модель в основном завершена, и приступил к проектированию логической модели. Он прав только отчасти. И только потому, что заранее знает, что проектирует реляционную БД.

4 Проектирование логической модели

ER-уровень модели

Напомню, что на этом этапе проектируются *структуры отношений* РМД, представляющих сущности и связи концептуальной модели. Поэтому в дальнейшем термины «сущность» и «отношение» используются как синонимы.

Прежде всего, диаграмма «сущность-связь» должна быть «очищена» от связей высших степеней. Каждый многозначный атрибут, выявленный на предыдущем этапе, должен быть представлен как слабая сущность — потомок сущности-владельца атрибута.

До настоящего момента в поле зрения Васи попали только атрибуты **Аванс**, **Порция**, **Меню**, **Расчёт**, **Ингредиент**. Он зафиксировал то, что ему о них известно, в таблице 4.1.

Атрибуты **МЕНЮ** и **РЕЦЕПТ** должны быть представлены на логическом уровне модели сущностями-потомками сущностей **ЗАКАЗ** и **БЛЮДО** соответственно.

На диаграмме (рис 3.2) есть тернарная связь «**ЗАКАЗ-ПРОДУКТ-ПОСТАВЩИК**». Её смысл: «**ПРОДУКТ** закуплен у **ПОСТАВЩИКа** для **ЗАКАЗа**». Это констатация факта **ЗАКУПКИ** продукта. Его можно представить в модели сущностью **ЗАКУПКА**, являющейся потомком в бинарных связях с сущностями **ПРОДУКТ**, **ЗАКАЗ** и **ПОСТАВЩИК**.

Таблица 4.1 — Атрибуты

ИМЯ	СМЫСЛ	ТИП	СУЩН	ОГРАНИЧ.
Аванс	Сумма денег, внесённая КЛИЕНТом в счёт оплаты ЗАКАЗа.	Деньги	ЗАКАЗ	≥60% ожд. стоим. прод. набора (прав. 11).
Порция	Весовая или объёмная часть БЛЮДа, предназначенная для одного едока.	Число	БЛЮДО	
Меню	Согласованный с КЛИЕНТом перечень БЛЮД,	Сост. мн-знч.	ЗАКАЗ	

	включённых в ЗАКАЗ с указанием количества порций.			
Расчёт	Факт погашения КЛИЕН-Том денежных обязательств по ЗАКАЗу.	Ло-гич.(?)	ЗАКАЗ	
Рецепт	Перечень ПРОДУКТов входящих в состав БЛЮ-Да, с указанием количества и описанием технологии приготовления.	Сост. мн-знч.	БЛЮДО	

Загрузив ERwin, Вася создал диаграмму ER-уровня логической модели, приведённую ниже на рис. 4.1. Он не поленился ввести описания сущностей и придумал осмысленные имена для соединений. Поэтому его диаграмма легко читается.

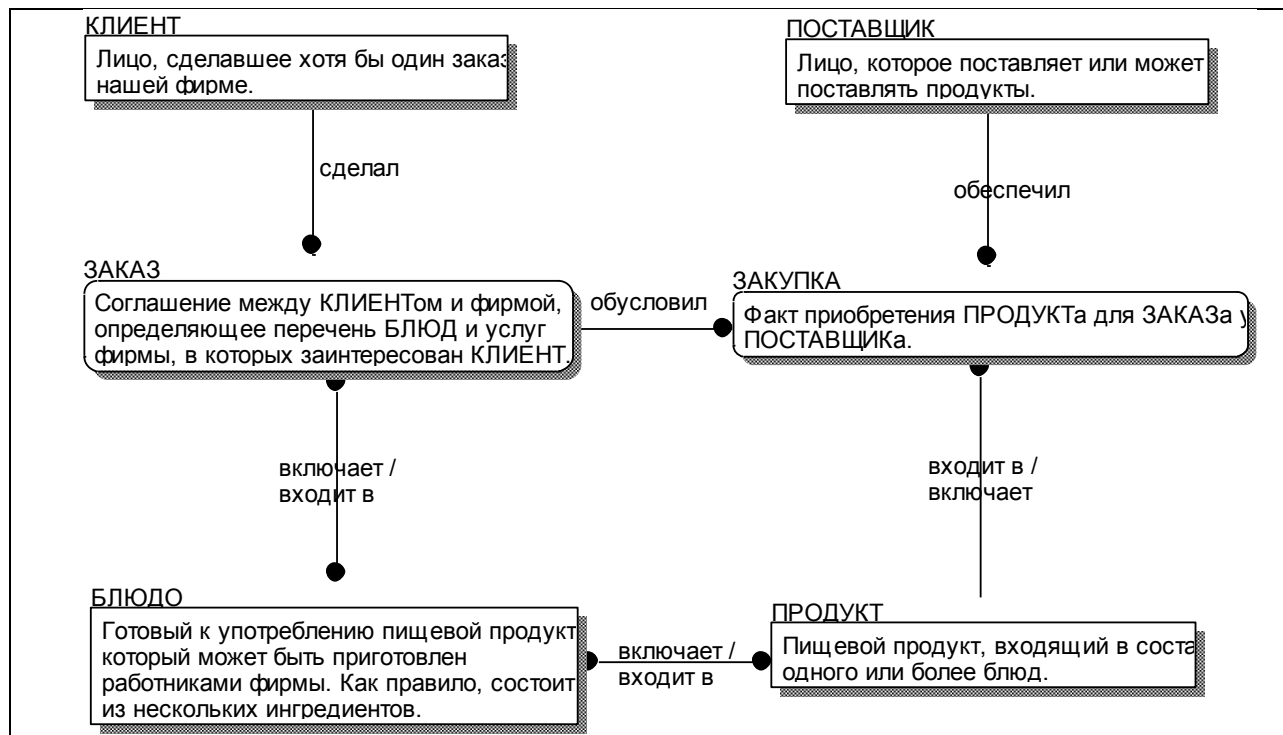


Рис. 4.1 Первый вариант диаграммы ER-уровня модели

Вася пока не ввёл в модель сущности, представляющие атрибуты **Меню** и **Рецепт**. Ему не вполне ясны их связи.

Следующий шаг моделирования — «очистка» диаграммы от неспецифических соединений. Проектировщик должен сопоставить каждому такому соединению сущность, связанную специфическими соединениями с обеими участницами неспецифического соединения. В обоих этих соединениях новая сущность является потомком. Имя новой сущности должно выражать смысл неспецифического соединения.

То, что получилось у Васи в результате продолжительных размышлений приведено на рис. 4.2. Он ввёл в модель новые сущности, которые назвал **МЕНЮ** и **РЕЦЕПТ**. Они представляют соответствующие неспецифические соединения, изображённые на рис. 3.3.

Выбирая имена сущностей, Вася рассуждал так. Новая сущность представляет множество экземпляров связи **ЗАКАЗ—БЛЮДО**. Подмножество всех экземпляров связи, соответствующих конкретному **ЗАКАЗу**, *и есть* меню этого заказа. Это значение того самого композитного многозначного атрибута **Меню**. Вот и присвоим сущности имя **МЕНЮ**. Так же и подмножество всех экземпляров связи **ПРОДУКТ—БЛЮДО**, соответствующих конкретному **БЛЮДУ**, — это рецепт блюда.

Эти соображения показывают, что аналитический аппарат Васи работает нормально. Однако Вася не умеет излагать результаты своего анализа корректно в рамках стандарта языка моделирования.

Диаграмму рис. 4.2 Вася предложил преподавателю для оценки

- соответствия цели и точке зрения модели,
- ясности изложения представлений автора о требованиях пользователя.

Замечания преподавателя к диаграмме.

В целом хорошо. Но имена и определения сущностей МЕ-

НЮ и РЕЦЕПТ некорректны. Имя и определение сущности должны относиться к одному её экземпляру. Экземпляром того, что Вы назвали МЕНЮ, является факт включения одного БЛЮДа в меню ЗАКАЗа, а не «сведения о БЛЮДах, включённых в ЗАКАЗ». То же относится и к РЕЦЕПТу.

Вася обдумал эти замечания и изменил имена и определения проблемных сущностей (см. рис. 4.3). Новый вариант прошёл без замечаний. Теперь Вася может приступить к выявлению возможных идентификаторов экземпляров сущностей — потенциальных ключей.

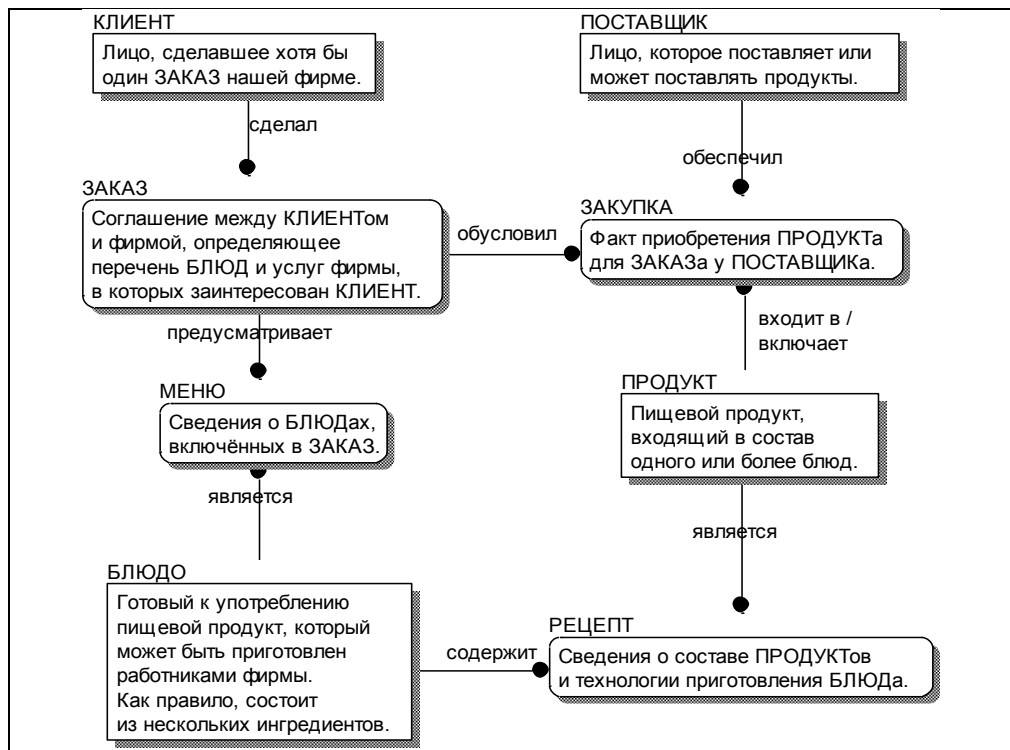


Рис. 4.2 Очищенный вариант диаграммы ER-уровня

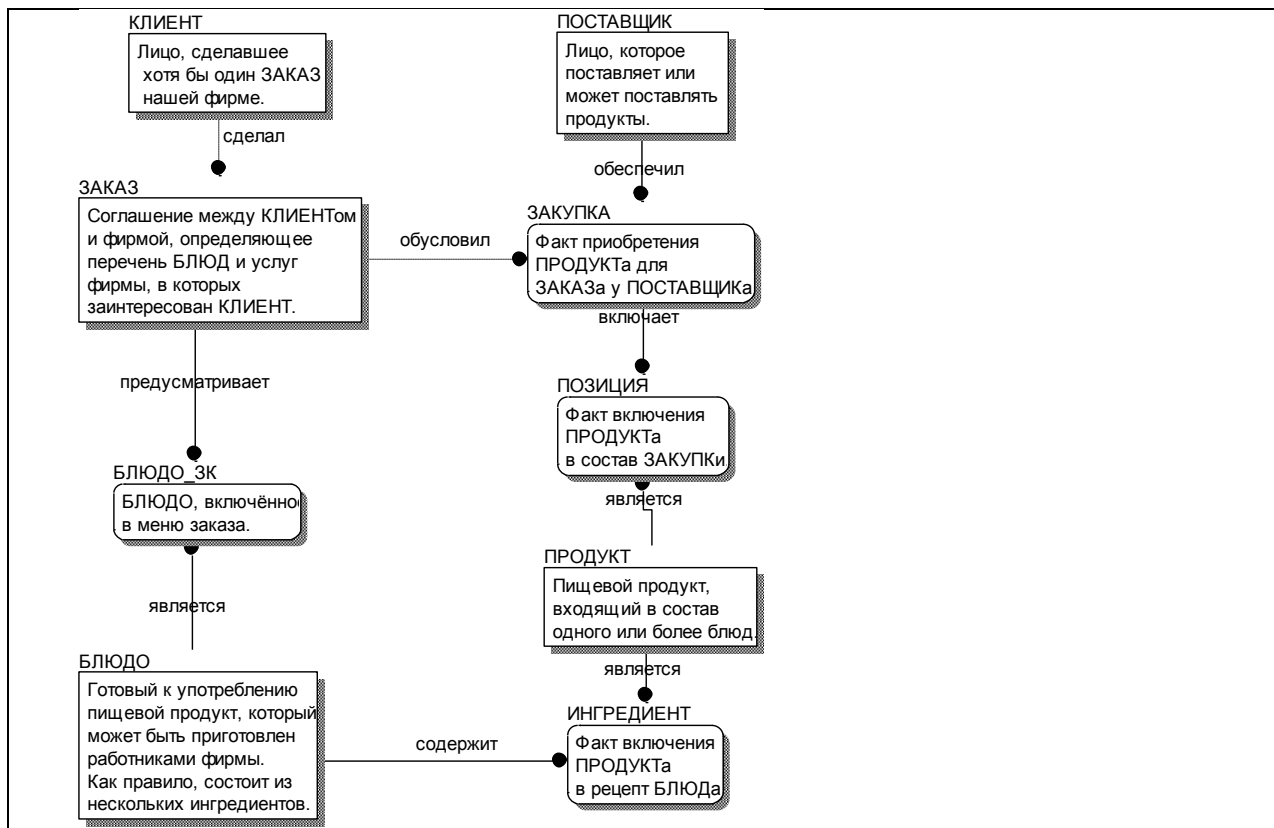


Рис. 4.3 Окончательный вариант диаграммы ER-уровня

КВ-уровень модели

Следующий этап проектирования логической модели — определение возможных ключей сущностей (уникальных идентификаторов экземпляров), выделение первичных ключей и специфицирование соединений.

Прежде всего, проектировщик дополняет словарь предметной области именами и определениями атрибутов, которые могут входить в состав возможных ключей сущностей, не являющихся потомками в каких-либо соединениях. Эти сущности заведомо (идентификационно) независимые. Для этого он ищет в деловом регламенте ответ на вопрос: «Как пользователь идентифицирует экземпляры этой сущности?» Если способов идентификации несколько, то выделяется первичный ключ, а все остальные возможные ключи помечаются как альтернативные. Первичным ключам исследуемых сущностей будут соответствовать внешние ключи их потомков.

Затем аналогично выявляются возможные ключи потомков в соединениях, и выделяются их первичные ключи.

После этого определяются типы соединений. При этом проектировщик руководствуется следующим правилом

Если полный внешний ключ, переданный соединением, входит в состав первичного ключа потомка в этом соединении, то соединение является идентифицирующим, а потомок — (идентификационно) зависимой сущностью. В противном случае соединение неидентифицирующее.

В завершение этапа необходимо определить спецификации кардинальности соединений со стороны родителей и потомков. Результатом этапа является модель предметной области с точностью до ключей (КВ-уровень).

Вася начал с выявления идентификаторов КЛИЕНТа, ПОСТАВЩИКа, БЛЮДа и ПРОДУКТа. Только эти сущности в его модели не являются потомками в соединениях. Просмотрев задание, он убедился, что ему известно только правило идентифи-

кации КЛИЕНТа. Пришлось обращаться к заказчику. Вася уже понял, что задавать прямые вопросы типа: «Как Вы идентифицируете поставщиков?», бесполезно. Он предположил, что заказчик различает поставщиков, блюда и продукты по именам. Поэтому вопросы формулировал так: «Могут ли два различных блюда (поставщика, продукта) называться одинаково?». Выяснилось, что нет. Получив эту информацию, Вася дополнил словарь атрибутов. Получилась таблица 4.2.

Таблица 4.2 — Атрибуты

ИМЯ	СМЫСЛ	ТИП	СУЩН.	ОГРАНИЧ.
Имя клиента	Фамилия, имя и отчество КЛИЕНТа.	Строка	КЛИЕНТ	Уник. зн. Правила 1,2
Наименование блюда	Принятое в кулинарии название блюда.	Строка	БЛЮДО	Уник. зн.
Порция	Весовая или объёмная часть БЛЮДа, предназначенная для одного едока.	Число	БЛЮДО	
Имя поставщика	Принятое в фирме наименование лица или организации — продавца продуктов.	Строка	ПОСТАВЩИК	Уник. зн.
Наименование продукта	Принятое в кулинарии название продукта.	Строка	ПРОДУКТ	Уник. зн.
Код заказа	Учётный номер ЗАКАЗа, присвоенный ему при регистрации.	Строка	ЗАКАЗ	Уник. зн. Составляется из даты приёма и порядкового номера заказа на день проведения банкета. Правила 5, 6, 7.
Аванс	Сумма денег, внесённая КЛИЕНТом в счёт оплаты ЗАКАЗа.	Деньги	ЗАКАЗ	≥60% ожидаемой стоимости набора продуктов. . Правило 11.
Расчёт	Факт погашения КЛИЕНТом денежных обязательств по ЗАКАЗу.	Логич.(?)	ЗАКАЗ	
Номер чека	Номер кассового (товарного? обоих?) чека, выданного ПОСТАВЩИКом в подтверждение ЗАКУПКИ.	Строка	ЗАКУПКА	Уник. зн.(?) Выяснить правила.

Вася дополнил диаграмму определениями первичных ключей независимых сущностей. Заодно вписал и неключевые атрибуты. То, что получилось, приведено ниже.

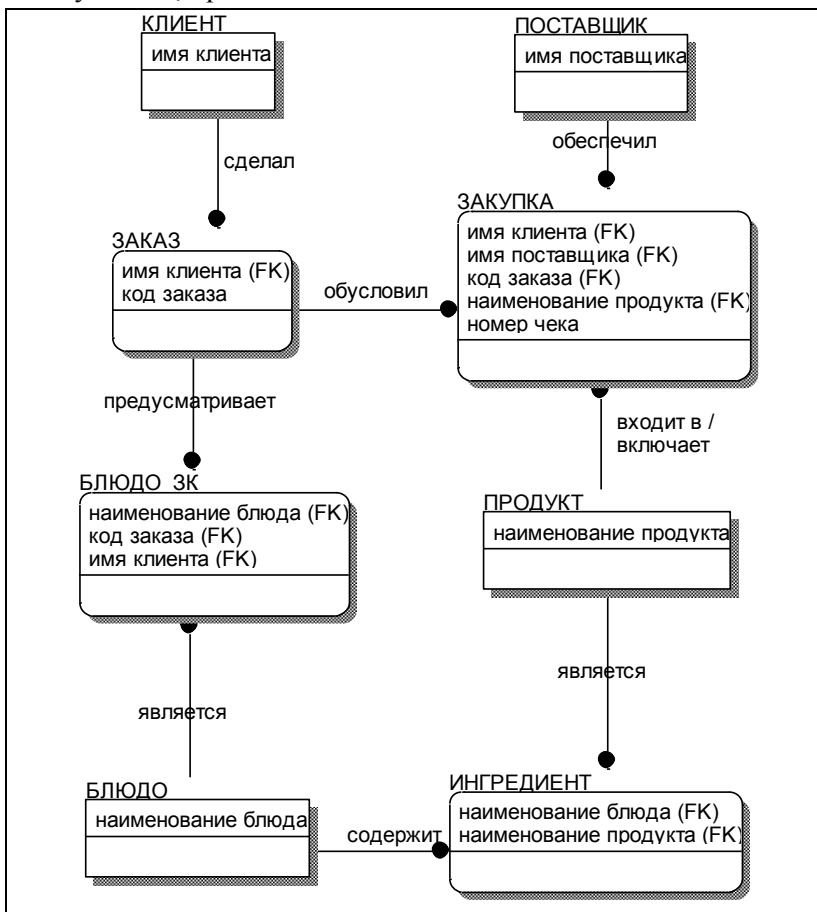


Рис. 4.4 Предварительный набросок диаграммы КВ-уровня

Рассмотрев внимательно диаграмму, Вася понял, что первичные ключи потомков в некоторых соединениях определены неверно. Так, **ЗАКАЗ**ы идентифицируются значениями атрибута Код заказа. Это прямо указано правилом 5. Атрибут *Имя клиента* не должен входить

в состав первичного ключа сущности ЗАКАЗ. Следовательно, соединение «КЛИЕНТ сделал ЗАКАЗ» неидентифицирующее.

Первичный ключ сущности ЗАКУПКА тоже вызывает подозрения. Вася внимательно изучил правила закупок продуктов 12 — 17, и выписал следующие варианты правил идентификации экземпляров того, что он назвал ЗАКУПКОЙ.

Предположим, что закупки продуктов для *различных* заказов всегда оформляются *различными* чеками. Это разумно, так как в противном случае фирме будет трудно обосновать расходы по конкретному заказу.

Вар. 1. Если чеки, сопровождающие различные закупки, имеют уникальные номера, то для идентификации ЗАКУПКИ достаточно указать номер чека и наименование закупленного ПРОДУКТА.

Вар. 2. Если различные поставщики могут выдавать чеки с совпадающими номерами, то в идентификатор ЗАКУПКИ нужно добавить ещё имя поставщика.

В любом случае соединение «ЗАКАЗ обусловил ЗАКУПКУ» неидентифицирующее.

Уточнить правила нумерации чеков.

Эти сомнения Васи отражены в последней строке таблицы 4.2. Он поговорил с заказчиком, и выяснил следующее.

Во-первых, при расчётах с клиентами представляют интерес только кассовые чеки.

Во-вторых, номера чеков различных поставщиков могут быть одинаковыми, но один и тот же поставщик в принципе не может выдать два чека с одинаковыми номерами. Кассовый аппарат не позволяет.

Вывод: экземпляры ЗАКУПКИ идентифицируются значениями тройки (имя поставщика, наименование продукта, номер чека).

С первичными ключами сущностей БЛЮДО_ЗК и ИНГРЕДИЕНТ проблем не возникло. Действительно, было бы нелепо включать дважды одно и то же блюдо в меню одного заказа или один и тот же продукт в рецепт одного блюда.

Вася дополнил деловой регламент правилами идентификации закупок, откорректировал диаграмму (см. рис. 4.5), и попросил преподавателя оценить её.

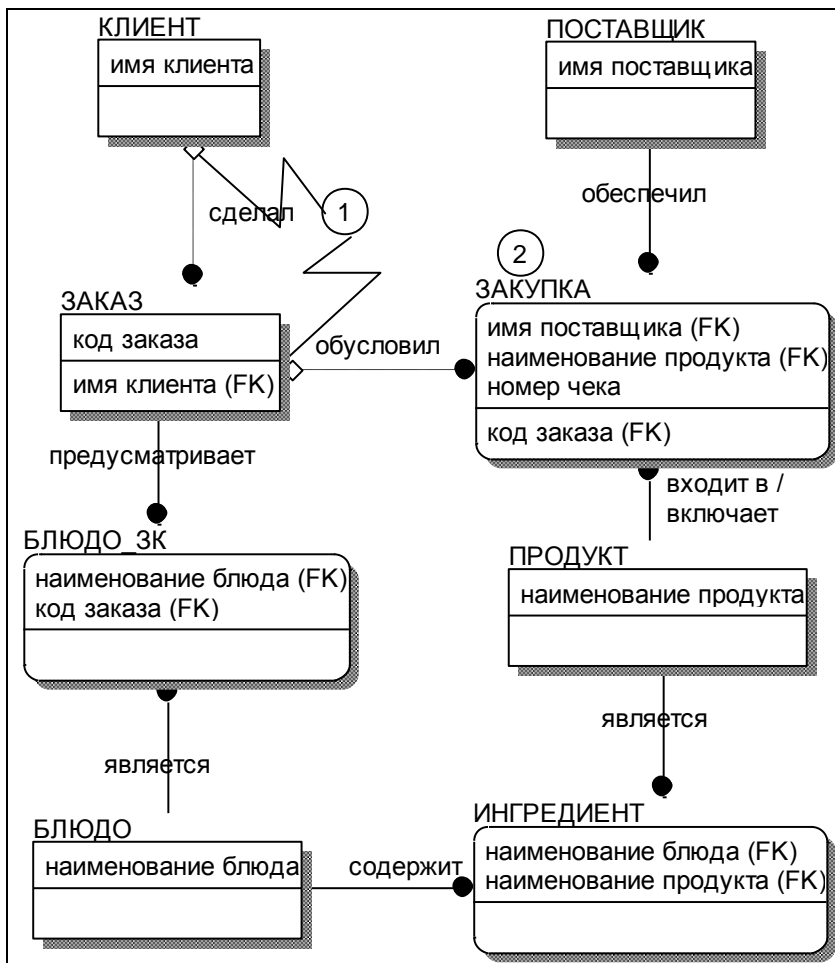


Рис. 4.5 Первый вариант диаграммы KB-уровня

Замечания преподавателя к диаграмме.

1. Могут быть заказы, сделанные неизвестно кем и закупки, произведённые для неизвестных заказов? ЧТО ОБОЗНАЧАЕТСЯ РОМБОМ НА КОНЦЕ ДУГИ?

2. Согласно правилам, каждая закупка выполняется точно для одного заказа. Поэтому пара (имя поставщика, номер чека) функционально определяет код заказа.

3. Где спецификации мощности соединений?

Первую проблему Вася решил довольно быстро. Он просто взглянул в определения нотаций языка IDEF1X. Вы попробуйте, и у Вас получится.

Вторая потребовала размышлений. В самом деле, если чек оформляет закупку для одного и только одного заказа, а один и тот же поставщик не может выдавать чеки с одинаковыми номерами, то значению пары (имя поставщика, номер чека) должно соответствовать единственное значение кода заказа. Но тогда сущность ЗАКУПКА не находится даже в 2НФ. Её нужно декомпозировать. И тут Васю осенило! Он вложил в слово «закупка» *не тот смысл*, который в него вкладывает заказчик. *На самом деле* закупка — это подтверждённый кассовым чеком факт приобретения у поставщика одного или более продуктов для заказа. Но тогда отношение сущностей ЗАКУПКА и ПРОДУКТ имеет тип M:N. Соединение должно быть неспецифическим! На KB-уровне его нужно представить сущностью, представляющей факт включения ПРОДУКТа в ЗАКУПКу. Сущность была введена в рассмотрение и определена так:

ПОЗИЦИЯ — факт приобретения ПРОДУКТа в составе ЗАКУПКи.

Может быть, имя не совсем удачное, но Вася решил, что пока сойдёт. Если придумаем что-нибудь получше, — изменим.

Третья проблема оказалась несложной. Вася так обосновал спецификации кардинальности соединений.

1. Не бывает клиентов, не сделавших ни одного заказа (правило 1).
2. Не бывает ЗАКАЗов, не предусматривающих изготовление хотя бы одного БЛЮДа (здравый смысл).
3. Может существовать ЗАКАЗ, для которого ещё не закупались продукты (здравый смысл).
4. Не бывает ЗАКУПКи, не включающей ни одной ПОЗИЦИИ

(здоровый смысл).

5. Не бывает БЛЮДа, не включающего ни одного ИНГРЕДИЕНТа (здоровый смысл).

6. Не бывает ПРОДУКТа, не являющегося ингредиентом какого-либо БЛЮДа (здоровый смысл).

7. Может существовать БЛЮДО, не включённое в какой-либо ЗАКАЗ.

8. Может существовать ПРОДУКТ, не включённый в какую-либо ЗАКУПКу.

9. Может существовать ПОСТАВЩИК, у которого ничего не закупалось.

Формулируя правила 7 — 9, Вася рассуждал примерно так.

Нужно ли сохранять сведения о БЛЮДах, которые не упоминаются ни в одном ЗАКАЗе? Наверное, да. БЛЮДО — это то, что мы можем приготовить. Наше умение готовить суфле из акульих зубов не зависит от того, заказывалось ли это суфле каким-либо гурманом.

И снова отметим вполне удовлетворительное качество Васиного аналитического аппарата. Результат его работы отражён на рис. 4.6.

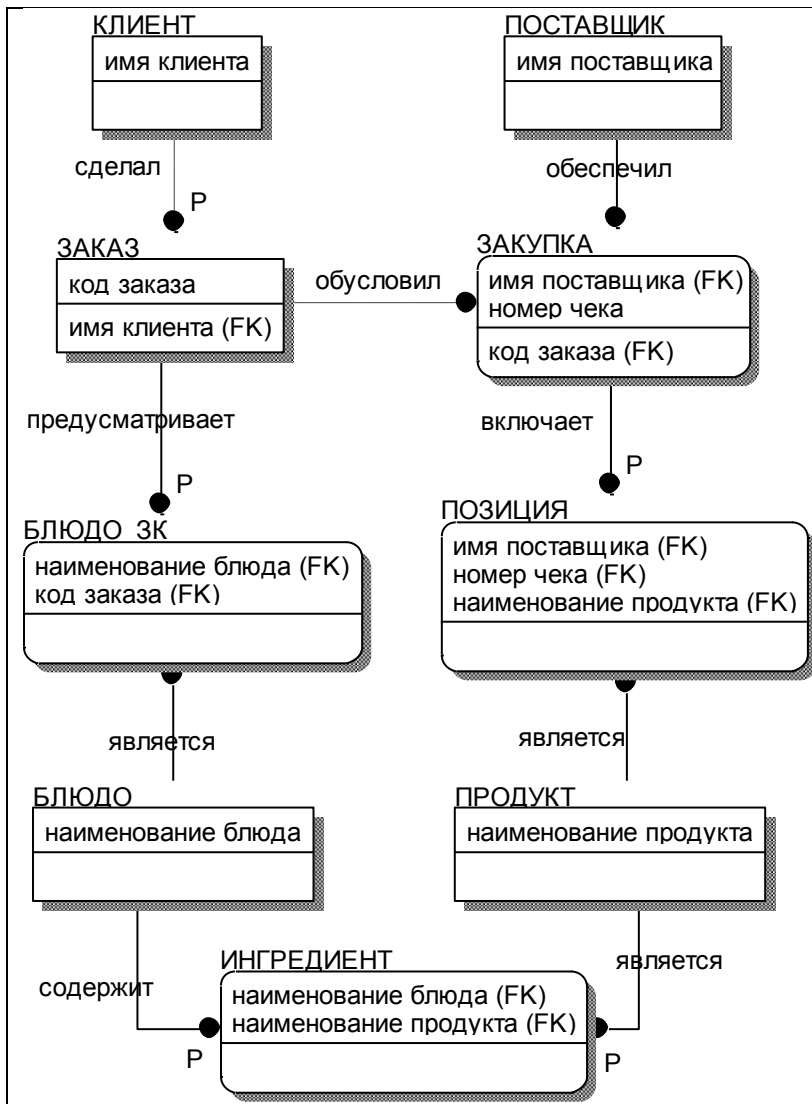


Рис. 4.6 Окончательный вариант диаграммы КВ-уровня

Эта диаграмма одобрена преподавателем. Было только замечание к стилю: ПОЗИЦИЯ — не очень удачное имя. Но Вася и сам так

думает. Просто пока ничего лучшего не нашлось. Не «загружаясь» этой проблемой, он продолжил анализ требований пользователя.

FA-уровень модели

Теперь нужно выписать все атрибуты сущностей. Выбрав конкретную сущность, следует задать себе вопрос: «Какие свойства этого объекта интересуют пользователя?» Ответы на этот вопрос, т.е., имена и описания смысла атрибутов, фиксируются в словаре проекта. Попутно для каждого атрибута определяется тип данных и выясняется множество допустимых значений.

В процессе выполнения этой работы могут возникнуть ситуации, вынуждающие аналитика изменить представление о логической структуре данных пользователя. Перечислим их и дадим некоторые рекомендации.

1) Обнаружено подмножество атрибутов, которое является потенциальным ключом сущности.

В этом случае следует убедиться в том, что первичный ключ сущности определён рационально. Возможно, нужно в качестве первичного выбрать новый потенциальный ключ, а старый пометить как альтернативный.

2) Обнаружен атрибут, который воспринимается пользователем как композитный.

Это означает, что сущность не находится в 1НФ. Если этот атрибут имеет единственное значение для каждого экземпляра сущности, то его следует представить в структуре сущности как подмножество простых атрибутов. Если же проблемный атрибут ещё и многозначный, то см. абзац 3).

3) Обнаружен атрибут, который воспринимается пользователем как многозначный, и требуется компьютерная обработка элементов списка.

Сущность не находится в 1НФ. Пусть $E(P, M, A)$ — проблемная сущность, P — её первичный ключ, M — многозначный атрибут, A — подмножество прочих атрибутов. Чтобы избавиться от проблемы

многозначного атрибута, следует исключить его из состава атрибутов сущности E и ввести в модель новую сущность $E1(P, M1)$. Значением атрибута $M1$ может быть только элемент списка M . Сущность $E1$ является потомком E в идентифицирующем специфическом соединении. Семантика сущности $E1$ определяется смыслом атрибута M . Список значений M , соответствующий некоторому значению P , представлен значениями $M1$ в подмножестве экземпляров $E1$, имеющих совпадающие значения P .

4) Обнаружен атрибут, который зависит функционально от части первичного или альтернативного ключа сущности.

Сущность не находится в 2НФ. Её следует декомпозировать, т.е., представить в виде двух сущностей, связанных специфическим соединением. Одна из них содержит все атрибуты проблемной сущности за исключением зависимой части обнаруженной ФЗ, а другая содержит её детерминант и зависимую часть.

5) Обнаружено подмножество атрибутов, которое зависит функционально от подмножества неключевых атрибутов сущности.

Сущность не находится в 3НФ. Её следует декомпозировать.

6) Обнаружено подмножество атрибутов, функционально определяющее часть первичного ключа сущности.

Сущность не находится в НФБК. Она имеет два пересекающихся потенциальных ключа. Один из них выделен как первичный. Другой отличается от первичного тем, что в нём зависимая часть обнаруженной ФЗ заменена её детерминантом.

Проблемную сущность можно декомпозировать. Сущности, полученные в результате декомпозиции, будут находиться в НФБК. В результате декомпозиции будет потеряна часть ФЗ. Эти ФЗ придётся поддерживать на уровне приложения. Поэтому полезность декомпозиции до НФБК следует тщательно оценить.

7) Обнаружен атрибут A , который не зависит функционально от первичного или альтернативного ключа какой-либо сущности.

Возможны следующие варианты.

А) Атрибут *A* является многозначным атрибутом одной из сущностей. См. абзац 3).

Б) Неправильно определён первичный ключ одной из сущностей. Атрибут *A* должен входить в его состав.

В) Атрибут *A* принадлежит не выявленной сущности.

Г) Значения *A* не должны сохраняться в базе данных.

8) Обнаружен атрибут, который имеет смысл только для некоторого подмножества экземпляров сущности.

Возможно, следует выделить категории сущности.

9) Обнаружено подмножество экземпляров сущности, которые могут вступать в связи, не свойственные другим подмножествам экземпляров той же сущности.

Возможно, следует выделить категории сущности.

Вася приступил к анализу атрибутов сущностей. Он рассуждал так.

Рассмотрим сущность КЛИЕНТ. Фирму интересует имя клиента и список контактных телефонов (п.2, сообщение о клиенте). Больше ничего. Значит, схема сущности КЛИЕНТ, помимо первичного ключа, содержит только один атрибут — телефоны. Для чего может понадобиться компьютерная обработка списка телефонов? Только для того, чтобы компьютер мог обеспечить соединение с клиентом. Нужна ли такая функция пользователю? Сомнительно. Ему достаточно увидеть список и вручную набрать один—два номера. Можно считать список телефонов простым атрибутом строкового типа. (Уточнить!)

Рассмотрим сущность ПОСТАВЩИК. Интересующие пользователя атрибуты перечислены в сообщении о поставщике (см. п.2). Адрес и телефон поставщика рассматриваются пользователем как простые атрибуты строкового типа данных. Кроме этого нужно сохранять информацию о видах продуктов, которые можно купить у поставщика. С точки зрения пользователя это текст. Обрабатывать элементы структуры этого текста не требуется.

Рассмотрим сущность БЛЮДО...

Вот те на! Нет в задании никаких сообщений о блюдах. Вася проанализировал всё, что есть в его рабочих материалах об этом объекте, привлёк свой не такой уж и малый жизненный опыт, и ре-

шил, что пользователю достаточно знать о блюде как таковом следующее: название, тип (закуска, первое, второе, напиток и т.п.), размер порции и описание технологии приготовления.

Эта работа Васю увлекла. Он самозабвенно трудился часа три⁴. Разумеется, у окошка ERwin. Плоды его трудов — диаграмма FA-уровня и словарь атрибутов — показаны на рис. 4.7 и в таблице 4.3. Вася работал культурно. Он вносил описания атрибутов в словарь, используя возможности среды проектирования. Поэтому таблица 4.3 — это слегка отредактированный отчёт, произведённый генератором отчётов ERwin.

⁴ Неотвратно надвигался конец семестра. Да и заказчик уже проявлял признаки беспокойства.

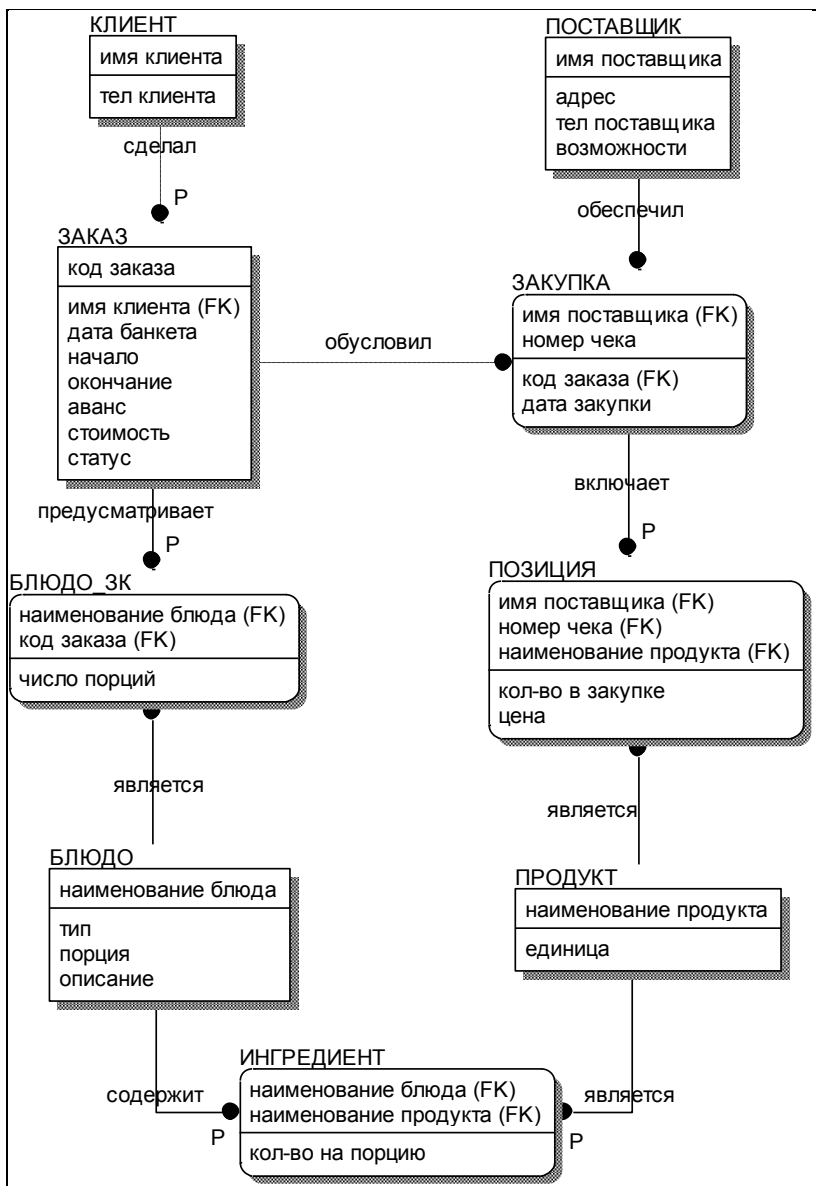


Рис. 4.7 Вариант диаграммы FA-уровня

Таблица 4.3 — Атрибуты

ИМЯ	СМЫСЛ	ТИП	СУЩН.	ОГРАНИЧ.
1	2	3	4	5
имя клиента	Фамилия, имя и отчество КЛИЕНТа.	Строка	КЛИЕНТ	Уник. зн. Правила 1,2
тел клиента	Контактные телефоны КЛИЕНТа		КЛИЕНТ	
наименование блюда	Принятое в кулинарии название БЛЮДа.	Строка	БЛЮДО	Уник. зн.
порция	Весовая или объёмная часть БЛЮДа, предназначенная для одного едока.	Число	БЛЮДО	
тип		Строка	БЛЮДО	Значения: закуска, первое, второе, гарнир, десерт, напиток,...
описание	Описание процесса приготовления БЛЮДа.	Текст	БЛЮДО	Большой неструктурированный объект.
имя поставщика	Принятое в фирме наименование лица или организации — продавца продуктов.	Строка	ПОСТАВЩИК	Уник. зн.
адрес	Улица, номер строения и номер офиса ПОСТАВЩИКА.	Строка	ПОСТАВЩИК	
тел поставщика	Контактные телефоны ПОСТАВЩИКА	Строка	ПОСТАВЩИК	

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4	5
возможности	Перечень видов продуктов, которые можно купить у ПОСТАВЩИКа	Строка	ПОСТАВЩИК	
наименование продукта	Принятое в кулинарии название продукта.	Строка	ПРОДУКТ	Уник. зн.
единица	Единица измерения количества ПРОДУКТа.	Строка	ПРОДУКТ	Значения: кг, л, шт.
код заказа	Учётный номер ЗАКАЗа, присвоенный ему при регистрации.	Строка	ЗАКАЗ	Уник. зн. Составляется из даты приёма и порядкового номера заказа на день проведения банкета. Правила 5, 6, 7.
дата банкета	Согласованная в процессе обсуждения ЗАКАЗа дата проведения банкета.	Дата/время	ЗАКАЗ	
начало	Время начала банкета.	Дата/ время	ЗАКАЗ	
окончание	Время окончания банкета.	Дата/ время	ЗАКАЗ	
аванс	Сумма денег, предварительно внесённая КЛИЕНТом в счёт оплаты ЗАКАЗа.	Деньги	ЗАКАЗ	≥60% ожидаемой стоимости набора продуктов. Правило 11.

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4	5
стоимость	Сумма денег, которая должна быть внесена КЛИЕНТОМ.	Деньги	ЗАКАЗ	
статус	Признак состояния ЗАКАЗа.	Логич.	ЗАКАЗ	Значения: ДА — ЗАКАЗ оплачен; НЕТ — ЗАКАЗ не оплачен.
номер чека	Номер кассового чека, выданного ПОСТАВЩИКОМ в подтверждение ЗАКУПКИ.	Строка	ЗАКУПКА	
дата закупки	Дата, указанная в кассовом чеке ЗАКУПКИ.	Дата/ время	ЗАКУПКА	
кол-во в закупке	Количество единиц ПРОДУКТА, указанное в кассовом чеке ЗАКУПКИ.	Число	ПОЗИЦИЯ	
цена	Цена единицы ПРОДУКТА, указанная в кассовом чеке ЗАКУПКИ.	Деньги	ПОЗИЦИЯ	
число порций	Количество порций БЛЮДА в меню ЗАКАЗа.	Число	БЛЮДО_ЗК	

Распечатав диаграмму и отчёт, Вася выполнил верификацию модели.

Прежде всего, в составе атрибутов каждой сущности он попытался обнаружить детерминанты ФЗ, не совпадающие с первичными ключами. Не обнаружил. И не огорчился. Затем он убедился в том, что каждый неключевой атрибут каждой сущности функционально зависит от её первичного ключа. Для полноты следовало бы ещё проверить, нет ли в сущностных отношениях многозначных зависимостей. Однако Вася эту проверку не выполнял. Он о ней забыл. И ему повезло. Действительно, нет таких зависимостей. Результаты проверок Васю вполне удовлетворили. Он сделал важный вывод: каждая сущность модели находится, по крайней мере, в 4НФ. А Вы можете подтвердить это?

Теперь нужно проверить выполнимость транзакций пользователя. Вася добавил к диаграмме и глоссарию следующий текст.

ТРАНЗАКЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

Транзакция 1. Регистрация заказа.

Вовлекаются КЛИЕНТ, ЗАКАЗ, БЛЮДО_ЗК, БЛЮДО.

Создаются один экземпляр ЗАКАЗа, и несколько экземпляров БЛЮДа_ЗК.

Может создаваться или обновляться один экземпляр КЛИЕНТа.

БЛЮДО используется только для выборки.

Нет данных о стоимости проката зала и стоимости обслуживания. Добавить (?) атрибут БЛЮДО.цена_Э — оценку стоимости порции.

Транзакция 2. Обновление справочника клиентов.

Вовлекается только КЛИЕНТ. Создание/уничтожение/обновление экземпляров. Уничтожение только при

отсутствии потомков.

Выполнимо.

Транзакция 3. Регистрация закупок.

Вовлекаются ПОСТАВЩИК, ЗАКАЗ, ПРОДУКТ — для выборки;

ЗАКУПКА, ПОЗИЦИЯ — для обновления.

Выполнимо.

Транзакция 4. Подготовка счёта.

Транзакция не обновляет данные. Вовлекаются ЗАКАЗ, ЗАКУПКА, БЛЮДО_ЗК, ПОЗИЦИЯ, ИНГРЕДИЕНТ. Нет данных о стоимости проката зала, стоимости обслуживания и стоимости приготовления блюда (15%).

Транзакция 5. Обновление справочника поставщиков.

Вовлекается только ПОСТАВЩИК. Создание/уничтожение/обновление экземпляров. Уничтожение только при отсутствии потомков.

Выполнимо.

Транзакция 6. Подготовка плана закупок. (Добавить)

Транзакция не обновляет данные. Вовлекаются ЗАКАЗ, БЛЮДО_ЗК, ИНГРЕДИЕНТ. Результат — перечень продуктов, необходимых для выполнения ЗАКАЗа, с указанием требуемого количества.

Выполнимо.

Обнаружилось, что некоторым данным нет места в проектируемой структуре. Именно, не известно, где хранить текущие значения стоимости проката зала, стоимости обслуживания, стоимости приготовления блюд. Подумав, Вася решил, что этой проблемой он займётся на уровне приложения. В *его* проекте это приемлемое решение. В общем случае возникновение такой ситуации означает, что нужно вернуться к одному из предыдущих этапов анализа и изменить решения о составе сущностей модели, составе атрибутов какой-то сущности, свойствах соединений и т.п.

Вася не стал ничего менять в модели и обсудил её текущее состояние с заказчиком. Тот сначала возражал против атрибутов БЛЮДО.описание и ПОСТАВЩИК.возможности, но в конце концов согласился с полезностью этих сведений. Идею добавления атрибута БЛЮДО.цена_Э одобрил.

Затем Вася написал промежуточный отчёт и успешно защитил его. Теперь можно приступить к проектированию физической модели. Однако мы на этом с ним расстанемся. То, что он делал дальше, Вам знакомо. Вы это делали, выполняя лабораторные по БД.

9 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Сибилёв В.Д. Проектирование баз данных: Учебное пособие. — Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2006. — 188 с.
2. Маклаков С.В. BPwin и ERwin. CASE-средства разработки информационных систем. — М.: Диалог—МИФИ, 2000. — 256 с.