

Министерство образования и науки Российской Федерации

—  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

---

*С. Г. ПОПОВ*

**РЕЛЯЦИОННЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ**

**Учебно-методические указания  
к выполнению курсовой работы**

**Санкт-Петербург — 2015**

ПОПОВ С.Г. Реляционные базы данных: учебно-методические указания. 2017. ?? с.

Учебно-методические рекомендации содержат справочные материалы, пояснения и примеры выполнения разделов курсовой работы дисциплин подготовки бакалавров “Реляционные базы данных”, “Базы данных”. Для каждой части курсовой работы описаны цели, сформулированы результат и требования к результату, предложена технология выполнения и приведены примеры реализации для СУБД MySQL и языков программирования C# и C++. Указания могут быть использованы студентами в качестве дополнительных материалов при самостоятельном выполнении разделов курсовой работы.

Рекомендации предназначены для студентов направлений подготовки бакалавров “Математика и компьютерные науки” и “Информатика и вычислительная техника”.

Иллюстраций ??.

# Содержание

# 1 Цель и задачи курсовой работы

Целью выполнения курсовой работы является овладение студентами практическими навыками описания процессов и данных предметной области, проектирования эффективной схемы реляционной базы данных и реализации типичных запросов к ней.

Достижение цели обеспечивается выполнением индивидуального задания для выполнения полного цикла управления данными, состоящего из связанных между собой этапов:

- исследования и формализации процессов и данных предметной области;
- проектирования базы данных
- программирования базы данных и формирования тестовых наборов данных;
- программирования запросов к базе данных.

На этапе исследования и формализации предметной области необходимо сформировать и зафиксировать общее понимание предметной области на естественном языке. Для этого требуется разработать текстовое описание выбранной предметной области фиксирующее значимые сущности, связи между ними и их атрибуты. Изобразить отношения между сущностями в форме иерархии объектов, графического представления основного процесса и ER-диаграмм.

Целью этапа является получение навыков описания предметной области в неформальном и формализованном видах. Умение выделять и фиксировать сущности и их атрибуты, определять типы и домены и ограничения. Выделять значимые отношения между сущностями.

Результатом выполнения первого этапа является текстовое описание предметной области и сущностей, графическое представление иерархии объектов и ER-диаграмма.

На этапе проектирования базы данных необходимо повысить уровень формализации представления сущностей и их атрибутов, превратив их в реляционные отношения, конкретизировать атрибуты, определить домены, ограничения доменов выбрать типы данных, спроектировать базу данных на основе принципов объектно-реляционной модели, для чего: выделить словари, определить соотношения “многие ко многим”, выделить промежуточные таблицы, и представить описание схемы в машинно-независимом графическом и текстовом виде.

Целью этапа является получение навыков формализации данных, и зависимостей между ними, понимание сущности метаданных, формирование понимания различий между доменом и типом, фиксация понятия словаря, устойчивое понимание сути связи “многие ко многим”. Результатом выполнения второго этапа является спроектированная схема базы данных в графической и текстовой формах, таблица с описанием отношений, атрибутов и реализованные зависимости.

На этапе программирования базы данных и формализации тестовых наборов данных требуется реализовать спроектированную схему в конкретной реализации СУБД, определить содержимое словарей, выбрать объём и распределение данных по остальным отношениям, и заполнить базу данных тестовыми данными в согласованном объёме и с заданными распределениями вероятностей.

Целью этапа является приобретение навыков обращения с СУБД, освоения языка DDL, написания автоматизированных средств заполнения базы данных данными на языках программирования высокого уровня.

Результатом этапа является отлаженная и созданная в СУБД схема базы данных на языке DDL, включающая в себя описание внешних ключей и ограничений домена, набор данных словарей на языке DML, и программа на языке высокого уровня, заполняющая прочие таблицы данными, по ранее заданному распределению.

На этапе программирования запросов к базе данных требуется реализовать индивидуальные запросы на языке DML к схеме базы данных, объяснить технологию их выполнения, показать их эффективность и представить результаты в наглядном виде.

Целью этапа является получение навыков написания запросов, формирования понимания их выполнения в СУБД, и приобретение умения графического представления результатов.

Результатом выполнения этапа являются отчёт о выполнении 8-10 индивидуальных запросов.

По результатам работы оформляется отчёт о курсовой работе. Формат, способы отчётности и содержание разделов отчёта и презентации описаны в следующих разделах методических указаний. Составленный и защищённый отчёт может являться исходными данными для реализации курсовых работ по дисциплинам “Проектирование WEB-приложений” и “Программирование WEB-приложений” в следующих семестрах обучения.

## **2 Формы отчётности и технология защиты работы**

Основным документом по реализации курсовой работы является отчёт. Структура и содержание отчёта изложено в разделе «Структура отчёта» на странице 9. Дополнительным отчётным документом является презентация. Презентация предназначена для демонстрации промежуточных результатов с целью их публичного обсуждения. Структура презентации изложена в разделе «Структура презентации» на странице 11. Публичное обсуждение проводится в форме краткого устного доклада и ответов на вопросы преподавателя и студентов. В ходе дискуссии формируется объективное восприятие предмета, формируются границы задачи, окончательно согласуется набор атрибутов и отношений, требуемый для решения задачи.

Защита работы осуществляется в четыре этапа:

Первый этап: обсуждение и согласование содержания предметной области, основного процесса, иерархии объектов, ER-диаграммы. Результат: согласованные описания, выполненная первая четверть отчёта. Форма отчётности: презентация, выступление, раздел отчёта. Срок: 4-5 занятие семестра.

Второй этап: обсуждение и согласование перечня атрибутов и отношений, схемы базы данных, доменов и типов. Результат: согласованная схема базы данных, отлаженная программа заполнения данными. Форма отчётности: презентация, выступление, раздел отчёта. Срок: 8-9 занятие семестра.

Третий этап: согласование объёмов заполнения базы данных, определение законов распределения данных между отношениями. Результат: определённые объёмы и распределения данных, согласованная технология заполнения базы данных. Форма отчётности: раздел отчёта. Срок: 11-12 занятие семестра.

Четвёртый этап: формулировка индивидуальных запросов к схеме базы данных. Результат: выполненные запросы. Форма отчётности: отчёт. Срок: зачётная неделя семестра.

Каждый этап сопровождается оформлением соответствующей части отчёта. Отчёт предоставляется в печатном или рукописном виде, на листах бумаги с титульным листом. Вопросы, возникающие в процессе работы, заносятся на оборот титульного листа. Каждое следующее обсужде-

ние начинается с просмотра списка оставшихся вопросов. Демонстрация результатов части второго, третьего и четвёртого этапов предполагает демонстрацию результатов на вычислительной технике.

### 3 Структура отчёта

Отчёт является основным отчётным документом о результатах выполнения курсовой работы, должен содержать описания всех этапов работ с фиксацией содержательного наполнения. Содержание отчёта должно обеспечить воспроизводимость любого этапа работ и быть понятным стороннему читателю.

Отчёт формируется по правилам, определённым ГОСТ 7.32-2001 «Отчёт о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления». Предпочтительный формат бумаги — А4, ER-диаграммы, схемы базы данных допускается выполнять на форматах А3. Предпочтительное размещение листа — вертикальное, для таблиц допускается горизонтальное. Все таблицы и рисунки должны быть подписаны и пронумерованы. Титульный лист считается, но не нумеруется.

Отчёт содержит:

1. Титульный лист.
2. Задание на курсовую работу.
3. Часть 1. Описание предметной области.
  - текстовое описание предметной области;
  - определение основных понятий;
  - описание ролей;
  - графическое представление основного процесса;
  - иерархия объектов предметной области;
  - ER-диаграмма. Описание ER-диаграммы.
4. Часть 2. Проектирование схемы базы данных.
  - описание атрибутов и отношений данных;
  - графическое представление базы данных на русском языке;
  - графическое представление базы данных на английском языке с указанием числа записей в таблицах;
  - текстовое описание схемы базы данных.
5. Часть 3. Программирование схемы, подготовка исходных данных.
  - исходный код программы на языке DDL для создания базы данных в СУБД MySQL. Текст приводится в приложении А;
  - исходный код программы на языке программирования высокого уровня для заполнения базы данных тестовыми данными. Текст приводится в приложении Б;



- исходный код программы на языке DML с командами заполнения словарей. Текст приводится в приложении В.

6. Часть 4. Программирование запросов к БД.

- описание запроса;
- анализ эффективности выполнения запроса;
- анализ результатов запроса.

7. Выводы.

Каждый раздел отчёта необходимо начинать с начала новой страницы. При необходимости графические материалы размещать на отдельных “плавающих” страницах. Размер и внешний вид графических данных должен обеспечить их читаемость, для этого необходимо выбирать гаммы цветов и текстуры заполнения, позволяющие надёжно различить части изображения.

Выполнение отчёта возможно в технологии Microsoft Word for Windows или L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X.

Детальное описание содержания пунктов отчёта приведено в разделе «Содержание отчёта» на странице 12.

## 4 Структура презентации

Презентация является вспомогательным документом и служит для наглядной демонстрации текущих результатов с целью и обсуждения во время доклада.

Структура презентации соответствует первым двум частям отчёта и содержит графические материалы, обеспечивающие пояснения к выступлению автора.

Презентация содержит:

- титульный лист.
- определение основных понятий;
- описание ролей;
- графическое представление основного процесса;
- иерархия объектов предметной области;
- ER-диаграмму;
- описание атрибутов и отношений данных;
- графическое представление базы данных на русском языке;
- графическое представление базы данных на английском языке;

Рекомендуемое время доклада — 10 минут. Время дискуссии от 15 минут. Рекомендуется конспектировать результаты обсуждения. Периодически желательно фотографировать результаты изменений схем.

Презентация может быть выполнена в технологии Microsoft Word for Windows или при помощи пакета beamer L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X.

## 5 Содержание отчёта

Раздел содержит описание частей отчёта по курсовой работе. В каждом разделе приведены требования к оформлению материалов, технологические приёмы по реализации задачи и два примера результатов работы над разделом.

### 5.1 Текстовое описание предметной области

Описание предметной области содержит не формализованное описание содержания задачи в свободном изложении на русском или английском языках. Описание должно быть грамматически правильным, содержать описание основного процесса, ролей и связанных с ними данных. Описание должно быть настолько полным, чтобы обеспечивать построение и однозначное толкование иерархии классов, ER-диаграммы, определений основных понятий, перечня ролей и описания основного процесса. Объём описания — 2–2,5 листа.

Примеры описаний предметных областей.

Предметная область “Ресторан”.

**Ресторан** — предприятие общественного питания с широким ассортиментом блюд сложного приготовления, включая заказные и фирменные, а также вино-водочные, табачные и кондитерские изделия; повышенный уровень обслуживания в сочетании с организацией отдыха.

В ресторане есть зона для курящих и не курящих людей, а также бронирование столов. Заказ оформляется на стол, за которым сидит клиент. Заполняется именно на стол, а не на клиента, так как заказ можно разделить на два заказа, а оформить все на один стол. Также можно объединять несколько столов и заполнять все на один.

На стол подаётся меню, в котором приведён перечень блюд, которые готовятся в данном ресторане, а также винная карта с перечнем напитков.

Клиент делает заказ, который записывает официант. Учитываются все пожелания на счёт блюда, например в случае аллергии или других обстоятельств.

При наличии карты постоянного клиента, на заказ делается скидка, соответствующая номиналу карты. После официант передаёт заказ поварам, которые готовят блюда, входящие в заказ. Если по каким либо причинам блюдо не может быть приготовлено нехватка ингредиентов, от-

сутствие повара, повара сообщают об этом официантам, которые доносят это до клиента.

Когда заказ будет готов, официант приносит заказ на стол клиенту. Позже клиент расплачивается либо наличными, либо банковской картой, и заказ закрывается.

Предметная область “Библиотечный каталог”.

При работе с библиотечными файлами возникает острая необходимость в их структурированном списке для упрощения работы по их поиску, хранению и обработке.

Для этого в библиотеках существуют каталоги. Библиотечный каталог - это совокупность расположенных по определённым правилам библиографических записей на документы, раскрывающая состав и содержание фонда библиотеки.

Существует множество самых разных каталогов: алфавитный, систематический, ориентированный как по видам документов, например, как каталог нотных изданий, каталог названий художественных произведений, так и по теме представленных изданий, например, предметный каталог, краеведческий каталог.

С внедрением информационных технологий возник электронный каталог, который: объединил поисковые возможности алфавитного, систематического и предметного каталогов, а также каталогов на различные виды изданий, как то: нотные, картографические, аудиовизуальные материалы, обеспечил динамическое генерирование сводных электронных каталогов, доступных в онлайн-режиме.

Его главное функциональное назначение: раскрыть состав и назначение фонда библиотеки, способствовать нахождению документа и / или информации в фонде. Поиск документов осуществляется по любому признаку, введённому в электронную память, в том числе по: ключевым словам, предметным рубрикам и всем другим полям ЭК. Как правило, ЭК включают сведения только о документах в целом: книгах, рукописях, периодических изданиях, компьютерных файлах.

## **5.2 Определение основных понятий**

В разделе приводятся определения основных понятий предметной области. Каждое определение должно ссылаться на источник данных. Все специальные термины раздела текстового описания должны быть опреде-

лены в этом разделе. Определения используются для пояснения основных понятий предметной области и формирования иерархии классов. Типичное число определений 12–15. Типичный объём 3–4 страницы.

Примеры определений для предметных областей:

Предметная область “Расписание экзаменов”

**Семестр** — половина учебного года в учреждениях высшего и среднего специального образования. В этот период студенты посещают лекции и практические занятия (семинары), выступают с докладами, пишут рефераты, составляют конспекты, выполняют лабораторные работы и т.д. Каждый семестр заканчивается экзаменационной сессией.

**Экзамен** (лат. ехатеп; испытание) — наиболее распространённая оценка знаний человека. Экзамены бывают разными: институтскими, военными, школьными, экзамены в ГАИ и другие. Институтские экзамены проводятся два раза за учебный год (в конце осеннего и весеннего семестров).

**Зачёт** — это форма контроля знаний студентов. Преподаватель решает сам, в каком виде будет проходить проверка знаний: рефераты, устный опрос, письменные работы. Преподаватели также учитывают посещаемость и успеваемость студента на занятиях в течение семестра. Особо прилежным студентам преподаватель может поставить зачёт «автоматом».

**Экзаменационная сессия** — это период сдачи экзаменов в учебном заведении. Обычно в учебном году два сессии — зимняя и летняя (на дневных и вечерних факультетах). Учебным планом устанавливается количество экзаменов: в вузе, как правило, не больше пяти (бывают исключения). Между экзаменами должен проходить установленный промежуток времени на подготовку к экзамену: как правило, не менее трёх дней.

**Зачётная неделя** — неделя, предшествующая началу сессии, на которой студенты могут сдать все зачёты, курсовые работы и проекты. Студенты, не сдавшие все зачёты до конца зачётной недели, до сессии не допускаются, пока все задолженности по всем зачётам не будут ими закрыты. В некоторых ВУЗах студенты могут допускаться к сессии с одним-двумя не сданными зачётами. Курсовая работа представляет собой самую простую форму исследования. Хорошая курсовая работа должна содержать несколько задач, в число которых входит глубокое изучение темы, её исторической неоднозначности, приобретение опыта самостоятельного исследования проблемы и овладение мастерством описания этапов соб-

ственного изучения освещаемого вопроса. Зачастую, сданная курсовая работа влечёт за собой получение зачёта.

**Зачётная книжка** — это учебный документ, отражающий успеваемость студента учебного заведения на протяжении всего периода обучения. Зачётка выдаётся в течение первого семестра на всё время пребывания студента в учебном заведении. На титульном листе зачётной книжки университета указывается номер зачётной книжки, студента, наименование факультета, специальность, форма обучения и дата зачисления первокурсника. Также, в зачётную книжку заносится информация о сдаче экзаменов, зачётов и курсовых работ.

**Экзаменационная группа** — это группа, сдающая одни и те же экзамены в одно и то же время.

**Экзаменационная комиссия** представляет собой набор двух или более преподавателей, принимающих экзамен у экзаменационной группы.

Предметная область “Учёт расходов на сотовую связь”

**Абонент** - лицо, использующее услуги сотового оператора.

**Лицевой счет** - счет, привязанный к телефонному номеру абонента. На него поступают пополнения средств. С него же списываются средства, израсходованные абонентом.

**Тарифный план** - это набор условий, в соответствии с которыми провайдер предоставляет клиентам свои товары и услуги. В тарифном плане указывается перечень возможных услуг и порядок определения их стоимости.

**Тарифный план по договору**-тарифный план, выбранный лицом, заключившим договор с сотовым оператором.

**Операция** - услуга, предоставляемая оператором сотовой связи абоненту.

**Договор** - гражданско-правовой акт, устанавливающий отношения между исполнителем и заказчиком работ или услуг.

**Абоненты по договору**- абоненты, указанные в договоре.

**База клиентских операций** - история всех совершенных абонентом операций с момента заключения договора.

**Пополнение** - запись о поступлении средств.

**Операция в тарифном плане** - операции, имеющиеся в тарифном плане.

**Расход** - запись о списании средств.

## 5.3 Описание ролей

В разделе формируется определение ролей участников основного процесса. Каждая роль характеризуется устойчивым набором функций, периодически выполняемой в автоматизируемом процессе. Перечень ролей не обязательно должен совпадать с перечнем пользователей информационной системы. В учебной задаче может быть выделено, в среднем 3–5 ролей. Ниже приведён пример ролей для двух предметных областей.

Роли участников задачи “Расписание экзаменов”:

Заведующий кафедрой - составитель учебного плана. При наличии учебного плана происходит составление расписания экзаменов.

Преподаватель - человек, который может принимать экзамен в единственном лице или находиться в составе экзаменационной комиссии. Также деканатом учитываются пожелания преподавателя по поводу порядка проведения экзаменов.

Староста - студент, отвечающий за группу. При составлении расписания экзаменационной сессии, в его обязанности входит: опросить свою группу на предмет желаемого расписания экзаменов и донести эту информацию до деканата, в письменной или устной форме.

Студент - учащийся университета, имеющий право делиться своим мнением со старостой по поводу порядка проведения экзаменов.

Составитель расписания - человек, собирающий информацию об экзаменационной сессии и структурирующий расписание экзаменов на основе собранной информации.

Оператор - человек, занимающийся вводом готового расписания экзаменов в информационную систему.

Роли участников задачи “Телефонный справочник”

Роли участников составления телефонного справочника:

Фирма, Юр. Лицо - организация, которая подаёт непосредственно объявление, так же заключает договор, доп. соглашения и вносит необходимые изменения.

Секретарь - лицо, которое проводит первичную проверку документов, а так же отправляет все уведомления.

Корректировщик - человек, который проверяет объявления на корректность. Секретарь и корректировщик могут быть одним лицом.

Оператор ЭВМ - человек, занимающийся вводом объявлений в базу данных.

## **5.4 Описание основного автоматизируемого процесса**

Раздел содержит текстовое описание и графическое представление автоматизируемого процесса. Схема приводится в виде “как должно быть”. Текстовое описание должно быть разделено на шаги. Каждый шаг должен содержать перечисление причастных ролей и кратное описание действий над данными.

## **5.5 Иерархия объектов предметной области**

## **5.6 ER-диаграмма**

Раздел содержит примеры описания ER-диаграмм. ER-диаграммы описывают отношения сущностей предметной области и частично формализуют описание до графических схем. Диаграммы могут отображать отношения сущностей в процессе реализации функций ролей предметной области, а могут отображать отношения объектов информационной системы. Отображение ER-модель приводится в нотации Питера Чена.

В дальнейшем, на основе диаграммы принимается решение о построении схемы базы данных.

Примеры ER-диаграмм приведены на рисунках.

## **5.7 Схемы базы данных**

## **5.8 Описание распределения данных**

## **5.9 Генерация исходных данных**

## **5.10 Реализация и описание результатов запросов**

Etiam pede massa, dapibus vitae, rhoncus in, placerat posuere, odio. Vestibulum luctus commodo lacus. Morbi lacus dui, tempor sed, euismod eget, condimentum at, tortor. Phasellus aliquet odio ac lacus tempor faucibus. Praesent sed sem. Praesent iaculis. Cras rhoncus tellus sed justo ullamcorper sagittis. Donec quis orci. Sed ut tortor quis tellus euismod tincidunt. Suspendisse congue nisl eu elit. Aliquam tortor diam, tempus id, tristique eget, sodales vel, nulla. Praesent tellus mi, condimentum sed, viverra at, consectetur quis, lectus. In auctor vehicula orci. Sed pede sapien,



euismod in, suscipit in, pharetra placerat, metus. Vivamus commodo dui non odio. Donec et felis.

Etiam suscipit aliquam arcu. Aliquam sit amet est ac purus bibendum congue. Sed in eros. Morbi non orci. Pellentesque mattis lacinia elit. Fusce molestie velit in ligula. Nullam et orci vitae nibh vulputate auctor. Aliquam eget purus. Nulla auctor wisi sed ipsum. Morbi porttitor tellus ac enim. Fusce ornare. Proin ipsum enim, tincidunt in, ornare venenatis, molestie a, augue. Donec vel pede in lacus sagittis porta. Sed hendrerit ipsum quis nisl. Suspendisse quis massa ac nibh pretium cursus. Sed sodales. Nam eu neque quis pede dignissim ornare. Maecenas eu purus ac urna tincidunt congue.

### **5.10.1 Описание запроса на естественном языке**

Donec et nisl id sapien blandit mattis. Aenean dictum odio sit amet risus. Morbi purus. Nulla a est sit amet purus venenatis iaculis. Vivamus viverra purus vel magna. Donec in justo sed odio malesuada dapibus. Nunc ultrices aliquam nunc. Vivamus facilisis pellentesque velit. Nulla nunc velit, vulputate dapibus, vulputate id, mattis ac, justo. Nam mattis elit dapibus purus. Quisque enim risus, congue non, elementum ut, mattis quis, sem. Quisque elit.

Maecenas non massa. Vestibulum pharetra nulla at lorem. Duis quis quam id lacus dapibus interdum. Nulla lorem. Donec ut ante quis dolor bibendum condimentum. Etiam egestas tortor vitae lacus. Praesent cursus. Mauris bibendum pede at elit. Morbi et felis a lectus interdum facilisis. Sed suscipit gravida turpis. Nulla at lectus. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Praesent nonummy luctus nibh. Proin turpis nunc, congue eu, egestas ut, fringilla at, tellus. In hac habitasse platea dictumst.

- 5.10.2** Текст запроса на языке SQL
- 5.10.3** Реляционная формула запроса
- 5.10.4** Результаты выполнения запроса
- 5.10.5** Вычисление характеристик распределения данных
- 5.10.6** Построение графиков и диаграмм
- 5.11** Выводы
- 5.12** Приложения
  - 5.12.1** Приложение А. Программа создания схемы базы данных
  - 5.12.2** Приложение Б. Программа генерации данных
  - 5.12.3** Приложение С. Слайды презентации

## **6 Примерные темы курсовых работ**

## **7 Технические средства и технология выполнения курсовой работы**

- 7.1** Технология выполнения работы
  - 7.1.1** Схема взаимодействия компонент программного обеспечения
  - 7.1.2** Программное обеспечение
  - 7.1.3** Презентация
  - 7.1.4** Отчёт

## **8 Основные и вспомогательные источники**

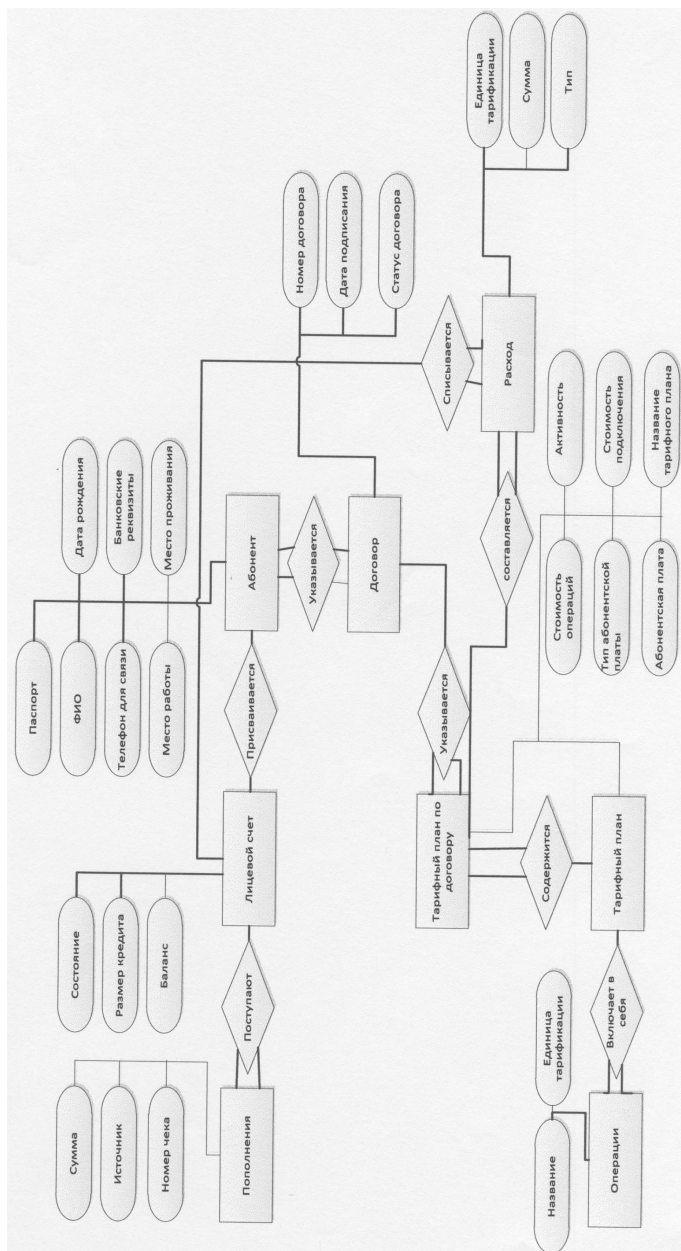


Рис. 1. ER-диаграмма предметной области “Учёт расходов сотового оператора”

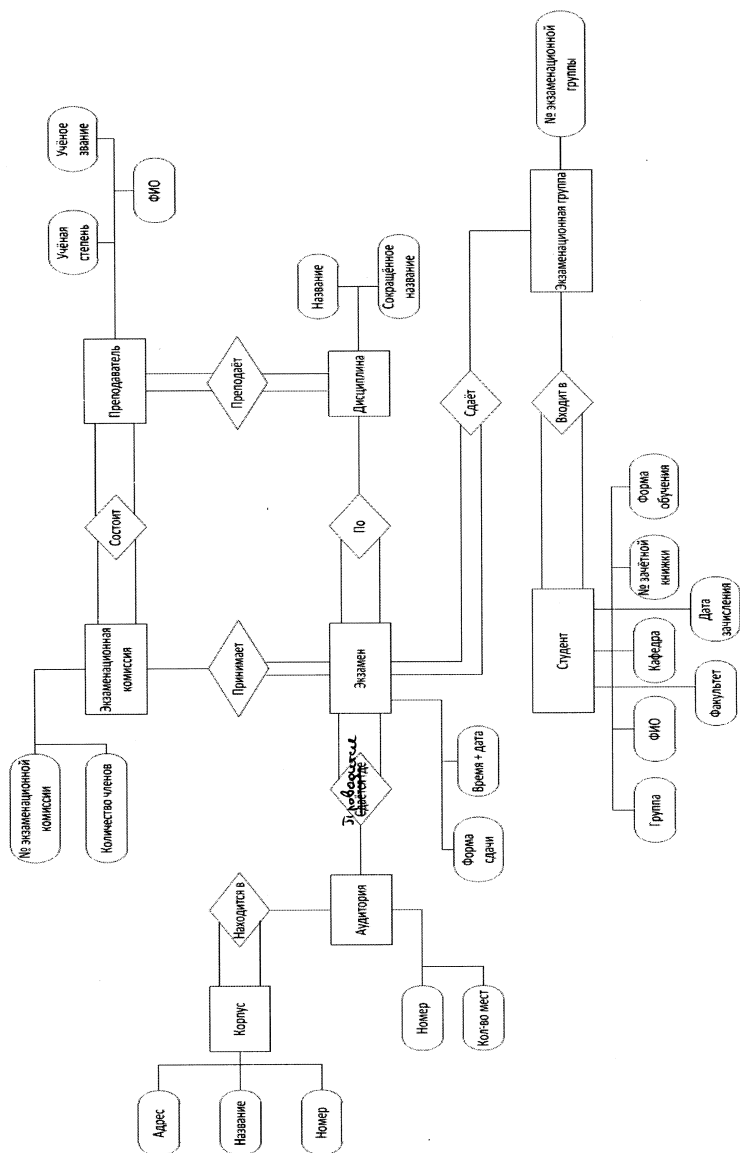


Рис. 2. ER-диаграмма предметной области “Расписание экзаменов”