

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО**

**ОТЧЕТ
ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ № 2**

**«Анализ данных. Построение инфологической модели данных БД»
по дисциплине «Проектирование и реализация баз данных»**

**Обучающийся Смирнов Фёдор Евгеньевич
Факультет прикладной информатики
Группа К3240
Направление подготовки 09.03.03 Прикладная информатика
Образовательная программа Мобильные и сетевые технологии 2024
Преподаватель Говорова Марина Михайловна**

**Санкт-Петербург
2024/2025**

Цель работы

Овладеть практическими навыками анализа данных предметной области проката автомобилей и построения инфологической модели базы данных методом «сущность–связь» в нотации Питера Чена–Кириллова, а также логической модели данных в нотации IDEF1X с использованием CASE-средства Erwin Data Modeler.

Практическое задание

1. Проанализировать предметную область согласно варианту задания.
2. Выполнить инфологическое моделирование базы данных по заданной предметной области с использованием метода ER-диаграмм («сущность–связь») в комбинированной нотации Питера Чена - Кириллова (задание 1.1 варианта).
3. Реализовать разработанную ИЛМ в нотации IDEF1X.

Вариант 12. БД «Прокат автомобилей»

Описание предметной области: Компания предоставляет прокат автомобилей. В офис обращаются клиенты, данные о которых регистрируют в базе. Цена проката зависит от марки автомобиля, технических характеристик и года выпуска.

Для проката авто с клиентом заключается договор, в котором фиксируется период проката, вид страховки, стоимость страховки, залоговая стоимость. Стоимость страховки и залоговая стоимость зависят от марки авто.

Залоговая стоимость возвращается полностью или частично клиенту, в зависимости от наличия аварий и штрафов в период действия договора. Если залоговая стоимость уже возвращена клиенту, но на авто в компанию пришел штраф, то он оплачивается компанией, а не клиентом.

При передаче авто клиенту составляется акт о передаче в аренду. При возвращении автомобиля также составляется акт о возврате авто из аренды.

Если клиент не вернул автомобиль в срок и не оформил продление, ему назначается штраф за каждый час просрочки.

Постоянным клиентам предоставляются скидки.

В системе необходимо хранить историю нарушений (со штрафами за вид нарушения ПДД) и аварий автомобилей. Нарушение может быть совершено и во время аварии. Необходимо хранить информацию, кто оплачивает штраф: компания или клиент.

Цены на прокат автомобилей могут меняться.

БД должна содержать следующий минимальный набор сведений: ФИО клиента. Паспортные данные. ФИО менеджера. Код должности. Наименование должности. Оклад. Обязанности. Код марки. Наименование. Технические характеристики. Описание. Код автомобиля. Регистрационный номер. Номер кузова. Номер двигателя. Год выпуска. Пробег. Цена автомобиля. Цена проката. Дата последнего ТО. Специальные отметки. Отметка о возврате. Код клиента. ФИО. Адрес. Телефон. Паспортные данные. Дата и время выдачи автомобиля. На сколько часов. Дата и время возврата автомобиля. Данные о нарушениях. Данные об авариях. Дата продления. Часов продления.

Дополните состав атрибутов на основе анализа предметной области.

Задание 1.1 (ЛР 2 БД). Выполните инфологическое моделирование базы данных системы. (Ограничения задать самостоятельно.)

При необходимости дополните исходные данные для хранения в БД.

Задание 1.2. Создайте логическую модель БД, используя ИЛМ (задание 1.1). Используйте необходимые средства поддержки целостности данных в СУБД.

Выполнение задания

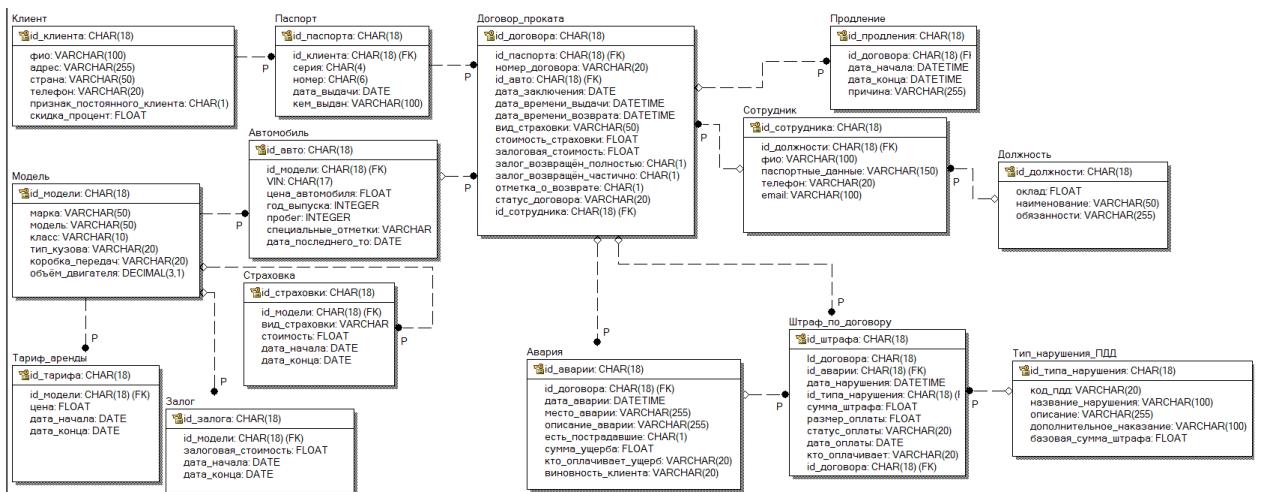
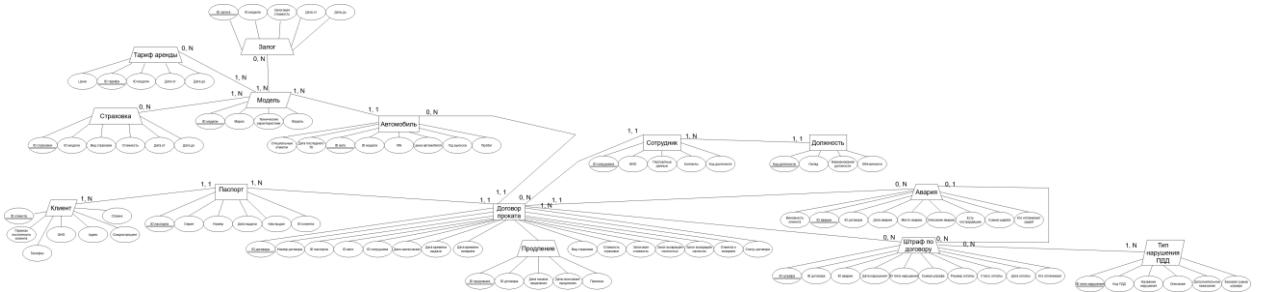
Название создаваемой БД: Прокат автомобилей.

Состав реквизитов сущностей:

1. Клиент (ID клиента, ФИО, Адрес, Страна, Телефон, Признак постоянного клиента, Скидка процент)
2. Паспорт (ID паспорта, ID клиента, Серия, Номер, Дата выдачи, Кем выдан)
3. Модель (ID модели, Марка, Модель, Класс, Тип кузова, Коробка передач, Объём двигателя)
4. Автомобиль (ID авто, ID модели, VIN, Цена автомобиля, Год выпуска, Пробег, Специальные отметки, Дата последнего ТО)
5. Тариф аренды (ID тарифа, ID модели, Цена, Дата начала действия, Дата конца действия)
6. Залог (ID залога, ID модели, Залоговая стоимость, Дата начала действия, Дата окончания действия)
7. Страховка (ID страховки, ID модели, Вид страховки, Стоимость, Дата начала действия, Дата конца действия)
8. Должность (ID должности, Оклад, Наименование должности, Обязанности)
9. Сотрудник (ID сотрудника, ID должности, ФИО, Паспортные данные, Телефон, email)
10. Договор проката (ID договора, ID паспорта, Номер договора, ID авто, ID сотрудника, Дата заключения, Дата времени выдачи, Дата времени возврата, Вид страховки, Стоимость страховки, Залоговая стоимость, Залог возвращён полностью, Залог возвращён частично, Отметка о возврате, Статус договора)
11. Продление (ID продления, ID договора, Дата начала продления, Дата окончания продления, Причина)
12. Тип нарушения ПДД (ID типа нарушения, Код ПДД, Название нарушения, Описание, Дополнительное наказание, Базовая сумма штрафа)
13. Авария (ID аварии, ID договора, Дата аварии, Место аварии, Описание аварии, Есть пострадавшие, Сумма ущерба, Кто оплачивает ущерб, Виновность клиента)
14. Штраф по договору (ID штрафа, ID договора, ID аварии, Дата нарушения, ID типа нарушения, Сумма штрафа, Размер оплаты, Статус оплаты, Дата оплаты, Кто оплачивает)

Описание сущностей:

1. Клиент — информация о клиентах, оформляющих договоры проката.
2. Паспорт — паспортные данные клиентов, по которым оформляются договоры.
3. Модель — модели автомобилей с техническими характеристиками.
4. Автомобиль — конкретные автомобили, доступные для проката.
5. Тариф аренды — тарифы аренды для моделей автомобилей по периодам действия.
6. Залог — параметры залога для моделей автомобилей по периодам действия.
7. Страховка — параметры страхования для моделей автомобилей по периодам действия.
8. Должность — должности сотрудников прокатной компании.
9. Сотрудник — сотрудники (менеджеры) проката.
10. Договор проката — договоры аренды автомобилей.
11. Продление — продления действующих договоров аренды.
12. Тип нарушения ПДД — классификатор нарушений ПДД.
13. Авария — сведения об авариях по договорам проката.
14. Штраф по договору — начисленные по договорам штрафы за нарушения ПДД.



Описание атрибутов сущностей и ограничений на данные (таблица 1):

Наименование атрибута	Тип	Первичный ключ		Внешний ключ	Обязательность	Ограничения целостности
		Собственный атрибут	Внешний ключ			
Клиент						
ID клиента	CHAR(18)		+		+	Уникален, необходимо обеспечить автоматическую генерацию значения
ФИО	VARCHAR(100)				+	Должно содержать полное ФИО клиента
Адрес	VARCHAR(255)				+	Почтовый адрес клиента

Страна	VARCHAR(50)				+	Значение выбирается из списка стран или вводится в явном виде
Телефон	VARCHAR(20)				+	Должен соответствовать формату телефонного номера
Признак постоянного клиента	CHAR(1)				+	Допустимые значения: 'Y' / 'N'
Скидка процент	FLOAT				+	Значение в диапазоне от 0 до 100
Паспорт						
ID паспорта	INTEGER	+			+	Уникален, необходимо обеспечить автоматическую генерацию значения
ID клиента	CHAR(18)				+	Значение соответствует первичному ключу сущности «Клиент»
Серия	CHAR(4)				+	Четырёхзначный код серии паспорта
Номер	CHAR(6)				+	Шестизначный номер паспорта, значение должно быть натуральным числом
Дата выдачи	DATE				+	Дата не может быть больше текущей
Кем выдан	VARCHAR(100)				+	Наименование органа, выдавшего паспорт
Модель						
ID модели	CHAR(18)	+			+	Уникален, необходимо обеспечить автоматическую генерацию
Марка	VARCHAR(50)				+	Название производителя автомобиля

Модель	VARCHAR(50)				+	Обозначение модели автомобиля
Класс	VARCHAR(10)					Значение выбирается из списка классов (A, B, C, D, SUV и т. п.)
Тип кузова	VARCHAR(20)					Значение выбирается из списка типов кузова
Коробка передач	VARCHAR(20)					Значение выбирается из списка типов трансмиссии
Объём двигателя	DECIMAL(3,1)					Значение > 0 , в литрах
Автомобиль						
ID авто	CHAR(18)	+			+	Уникален, необходимо обеспечить автоматическую генерацию
ID модели	CHAR(18)			+	+	Значение соответствует первичному ключу сущности «Модель»
VIN	CHAR(17)				+	Должен быть уникален в пределах БД, длина 17 символов
Цена автомобиля	FLOAT					Значение > 0
Год выпуска	INTEGER					Натуральное число, обычно в диапазоне [1980; текущий год]
Пробег	FLOAT					Значение ≥ 0 , в километрах
Специальные отметки	VARCHAR(255)					При необходимости содержит служебные комментарии
Дата последнего ТО	DATE					Может быть NULL, если ТО ещё не проводилось
Тариф аренды						
ID тарифа	CHAR(18)	+			+	Уникален, необходимо

						обеспечить автоматическую генерацию
ID модели	CHAR(18)			+	+	Значение соответствует первичному ключу сущности «Модель»
Цена	FLOAT				+	Значение > 0
Дата начала действия	DATE				+	Дата начала действия тарифа
Дата конца действия	DATE					Дата окончания действия тарифа; должна быть ≥ дате начала
Залог						
ID залога	CHAR(18)	+			+	Уникален, необходимо обеспечить автоматическую генерацию
ID модели	CHAR(18)			+	+	Значение соответствует первичному ключу сущности «Модель»
Залоговая стоимость	FLOAT				+	Значение > 0
Дата начала действия	DATE				+	Дата начала действия условий залога
Дата окончания действия	DATE					Дата окончания действия; должна быть ≥ дате начала
Страховка						
ID страховки	CHAR(18)	+			+	Уникален, необходимо обеспечить автоматическую генерацию
ID модели	CHAR(18)			+	+	Значение соответствует первичному ключу сущности «Модель»
Вид страховки	VARCHAR(50)				+	Значение выбирается из списка типов страховки
Стоимость	FLOAT				+	Значение > 0
Дата начала действия	DATE				+	Дата начала действия страховки

Дата конца действия	DATE					Дата окончания действия; должна быть ≥ дате начала
Должность						
ID должности	CHAR(18)	+			+	Уникален, необходимо обеспечить автоматическую генерацию
Оклад	FLOAT				+	Значение ≥ 0
Наименование должности	VARCHAR(50)				+	Текстовое название должности
Обязанности	VARCHAR(255)					Описание обязанностей
Сотрудник						
ID сотрудника	CHAR(18)	+			+	Уникален, необходимо обеспечить автоматическую генерацию
ID должности	CHAR(18)			+	+	Значение соответствует первичному ключу сущности «Должность»
ФИО	VARCHAR(100)				+	Полное ФИО сотрудника
Паспортные данные	VARCHAR(150)					Краткое описание паспортных данных (серия, номер, кем выдан)
Телефон	VARCHAR(20)					Формат телефонного номера
email	VARCHAR(100)					Должен иметь формат email (user@domain)
Договор проката						
ID договора	CHAR(18)	+			+	Уникален, необходимо обеспечить автоматическую генерацию
ID паспорта	CHAR(18)			+	+	Значение соответствует РК сущности «Паспорт»

Номер договора	VARCHAR(20)				+	Должен быть уникален в пределах БД
ID авто	CHAR(18)			+	+	Значение соответствует РК сущности «Автомобиль»
ID сотрудника	CHAR(18)			+	+	Значение соответствует РК сущности «Сотрудник» (менеджер)
Дата заключения	DATE				+	Дата подписания договора
Дата времени выдачи	DATETIME				+	Момент фактической выдачи автомобиля
Дата времени возврата	DATETIME					Плановый /фактический момент возврата, может быть NULL до закрытия договора
Вид страховки	VARCHAR(50)					Фактически выбранный вид страховки по договору
Стоймость страховки	FLOAT					Стоймость страховки по договору
Залоговая стоймость	FLOAT				+	Фактический размер залога по договору (>0)
Залог возвращён полностью	CHAR(1)					Допустимые значения: 'Y' / 'N'
Залог возвращён частично	CHAR(1)					Допустимые значения: 'Y' / 'N'
Отметка о возврате	CHAR(1)					Флаг возврата автомобиля: 'Y' / 'N'
Статус договора	VARCHAR(20)				+	Значения: «открыт», «закрыт», «просрочен», «аннулирован» и т. п.
Продление						
ID продления	CHAR(18)	+			+	Уникален, необходимо обеспечить

						автоматическую генерацию
ID договора	CHAR(18)			+	+	Значение соответствует РК сущности «Договор проката»
Дата начала продления	DATETIME				+	Момент начала продления
Дата окончания продления	DATETIME				+	Момент окончания продления, должен быть \geq началу
Причина	VARCHAR(255)					Текстовое описание причины продления
Тип нарушения ПДД						
ID типа нарушения	CHAR(18)	+			+	Уникален, необходимо обеспечить генерацию
Код ПДД	VARCHAR(20)				+	Код пункта ПДД
Название нарушения	VARCHAR(100)				+	Краткое название нарушения
Описание	VARCHAR(255)					Подробное описание состава нарушения
Дополнительное наказание	VARCHAR(100)					Текстовое описание дополнительного наказания
Базовая сумма штрафа	FLOAT				+	Минимально установленная законом сумма штрафа
Авария						
ID аварии	CHAR(18)	+			+	Уникален, необходимо обеспечить генерацию
ID договора	CHAR(18)			+	+	Значение соответствует РК сущности «Договор проката»
Дата аварии	DATETIME				+	Момент наступления аварии

Место аварии	VARCHAR(255)				+	Адрес / описание места
Описание аварии	VARCHAR(255)					Краткое описание обстоятельств
Есть пострадавшие	CHAR(1)					Допустимые значения: 'Y' / 'N'
Сумма ущерба	FLOAT					Значение ≥ 0
Кто оплачивает ущерб	VARCHAR(20)					Значения: «клиент», «страховая», «третье лицо» и т. п.
Виновность клиента	VARCHAR(20)					Значения: «виновен», «не виновен», «не определено»
Штраф по договору						
ID штрафа	CHAR(18)	+			+	Уникален, необходимо обеспечить автоматическую генерацию
ID договора	CHAR(18)			+	+	Значение соответствует РК сущности «Договор проката»
ID аварии	CHAR(18)			+		Может быть NULL; если не NULL, значение соответствует РК сущности «Авария»
Дата нарушения	DATETIME				+	Момент совершения нарушения
ID типа нарушения	CHAR(18)			+	+	Значение соответствует РК сущности «Тип нарушения ПДД»
Сумма штрафа	FLOAT				+	Рассчитанная сумма штрафа, значение ≥ 0
Размер оплаты	FLOAT					Фактически внесённая сумма, значение ≥ 0
Статус оплаты	VARCHAR(20)				+	Значения: «начислен», «частично оплачен»,

						«оплачен», «аннулирован»
Дата оплаты	DATE					Может быть NULL, если штраф не оплачен
Кто оплачивает	VARCHAR(20)					Значения: «клиент», «страховая», «арендодатель» и т. п.

Алгоритмические связи для вычисляемых данных:

1. Продолжительность аренды по договору

Для каждого договора рассчитывается фактическое время аренды в часах.

Базовая формула: $T_{\text{договора}} = (\text{ДатаВремениВозврата} - \text{ДатаВремениВыдачи}) + \sum_i (\text{ДатаОкончанияПродления}_i - \text{ДатаНачалаПродления}_i)$, где сумма берётся по всем записям сущности «Продление», относящимся к данному договору.

2. Стоимость аренды

Стоимость аренды формируется на основе продолжительности аренды и тарифа для модели автомобиля: СтоимостьАренды = $T_{\text{договора}} \times \text{ЦенаТарифа}$, Цена тарифа выбирается из сущности «Тариф аренды» по ID модели автомобиля и дате начала аренды (важно попасть в период действия тарифа).

3. Учёт скидки постоянному клиенту

Если у клиента установлен признак постоянного клиента = "Y", к стоимости аренды применяется процент скидки, заданный в атрибуте «Скидка процент»: СуммаСкидки = СтоимостьАренды $\times \frac{\text{СкидкаПроцент}}{100}$. Итоговую сумму к оплате можно получить как ИтоговаяСтоимость = СтоимостьАренды – СуммаСкидки.

4. Расчёт суммы штрафа за нарушение ПДД

Для каждого штрафа сначала берётся базовая сумма из сущности «Тип нарушения ПДД» (атрибут «Базовая сумма штрафа»). Затем к ней может применяться коэффициент, учитывающий обстоятельства (повторность нарушения, связь с аварией и т. д.): СуммаШтрафа = БазоваяСуммаШтрафа $\times K$, где значение K задаётся правилами предметной области, а в БД фиксируется уже рассчитанная «Сумма штрафа».

5. Фактическая оплата штрафа и статус

Атрибут «Размер оплаты» в сущности «Штраф по договору» показывает, сколько реально оплатили. Для него должно выполняться условие: $0 \leq \text{РазмерОплаты} \leq \text{СуммаШтрафа}$. В зависимости от соотношения размера оплаты и суммы штрафа определяется значение атрибута «Статус оплаты»:

- Если РазмерОплаты = 0, \Rightarrow статус «начислен»;
- Если $0 < \text{РазмерОплаты} < \text{СуммаШтрафа}$ \Rightarrow статус «частично оплачен»;
- Если РазмерОплаты = Сумма штрафа \Rightarrow статус «оплачен».

Выводы

В ходе лабораторной работы была детально разобрана предметная область проката автомобилей и переведена на язык сущностей и связей. На основе описания задачи выделены основные объекты системы: клиенты и их паспорта, модели и конкретные автомобили, сотрудники и их должности, договоры проката и продления, тарифы, залог, страховка, а также аварии, типы нарушений ПДД и штрафы по договорам. Для каждого объекта определены наборы атрибутов и ограничения на данные.

Далее была построена инфологическая модель данных в комбинированной нотации Питера Чена–Кириллова. Диаграмма отражает ключевые связи: оформление договоров на конкретные автомобили по паспорту клиента, привязку договора к менеджеру, использование тарифов, залога и страховки для конкретной модели, историю продлений, связь между авариями, нарушениями ПДД и штрафами. На основе этой схемы в среде Erwin Data Modeler выполнено логическое проектирование в нотации IDEF1X: заданы первичные и внешние ключи, типы данных и основные ограничения целостности.

В результате получена согласованная модель базы данных, которая покрывает требования варианта «Прокат автомобилей» и учитывает особенности предметной области (изменение тарифов и условий залога во времени, скидки постоянным клиентам, фиксация аварий и штрафов). Эта модель может быть использована как основа для дальнейших лабораторных работ по физической реализации БД и разработке запросов, представлений и процедур.