

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	2
1 Постановка задачи .....	3
2 Обзор предметной области .....	5
2.1 Описание предметной области.....	5
2.2 Описание бизнес-правил модели.....	6
3 Инфологическое моделирование предметной области.....	8
3.1 Понятие инфологической модели предметной области.....	8
3.2 Выделение спецификаций по сущностям, атрибутам и связям .....	8
3.3 Построение инфологической модели предметной области .....	11
3.4 Нормализация инфологической модели.....	12
4 Проектирование базы данных .....	15
4.1 Выбор СУБД для разработки .....	15
4.2 Физическое проектирование БД.....	15
4.3 Автоматизация вычислений атрибутов.....	17
5 Интеграция БД в приложение .....	23

## **ВВЕДЕНИЕ**

База данных — совокупность данных, организованных в соответствии с концептуальной структурой, описывающей характеристики этих данных и взаимоотношения между ними.

1. Основные задачи проектирования баз данных:
2. Обеспечение хранения в БД всей необходимой информации.
3. Обеспечение возможности получения данных по запросам.
4. Сокращение избыточности и дублирования данных.
5. Обеспечение целостности базы данных.

Результатом выполнения работы будет являться разработанный при помощи СУБД, удобный для использования и дальнейшей разработки ИПК директора магазина видеотехники.

## **1 Постановка задачи**

Необходимо реализовать ИПК для работы директора магазина видеотехники.

ИПК должен обеспечивать работу с данными:

- о продаваемых товарах;
- о производителях товаров: название, адрес, директор, главный бухгалтер, производимый товар, банковские реквизиты.;
- о товарах, находящихся на складе;
- о договорах на поставку товара: номер договора, дата заключения, краткий текст, товар (наименование, цена, количество), условия поставки, поставщик, сумма;
- о продаже товаров. Данные о товаре: наименование, характеристики, цена за единицу, упаковка, поставка партии, примечание;
- ведение расчетов и выписку счетов за приобретенный товар;
- данные по счету: номер счета, номер договора, дата продажи, сумма, НДС, отметка об оплате, отметка о поступлении
- ведение расчетов проданного товара.

SQL-запросы, которые необходимо реализовать в ходе работы:

- номенклатура, количество продаваемого товара;
- номенклатура, количество и стоимость товара на складе;
- поставщики товара по типу товара;
- о заключенных договорах на поставку товар;
- об оплате счетов и суммах оплаты;
- о продажах за период (день, декада, месяц) (номенклатура, количество, стоимость)
- о поставках за период (день, декада, месяц) (номенклатура, количество, стоимость).

Типовые запросы должны быть оформлены в документальном виде.



## **2 Обзор предметной области**

### **2.1 Описание предметной области**

Необходимо определить, какие функциональные задачи организации должны быть рассмотрены в проектном решении. Используя информационную схему организации, представленную ниже, можно определить набор функций организации, которые следует рассмотреть в рамках проекта, а также выделить набор объектов, информацию о которых необходимо хранить в БД.

Модель процессов строится с точки зрения руководителя предприятия, целью которого является автоматизация всего процесса производства. Она должна отражать:

взаимодействие предприятия с внешней средой (партнеры, клиенты, поставщики сырья и материалов, налоговые органы и т. д.);

превращение полученных извне ресурсов в продукцию предприятия;

взаимодействие отделов предприятия в ходе производственной деятельности.

Перед построением модели процессов необходимо определить первичный набор функций, выполняемых данной ИПК. К ним относятся:

1. Предоставление клиенту данных о товарах.
2. Предоставление клиенту данных о производителе товаров.
3. Предоставление клиенту данных о наличии товаров на складе.
4. Просмотр договоров с производителем на поставку товаров.
5. Ведение статистики продаж товаров.
6. Ведение расчётов и составление выписки счетов за приобретенный товар.

На рисунке 1 изображена функциональная модель предметной области, описывающая компанию, занимающуюся продажей видеотехники. Исходя из данной модели возможно составить описание предметной области на естественном языке.

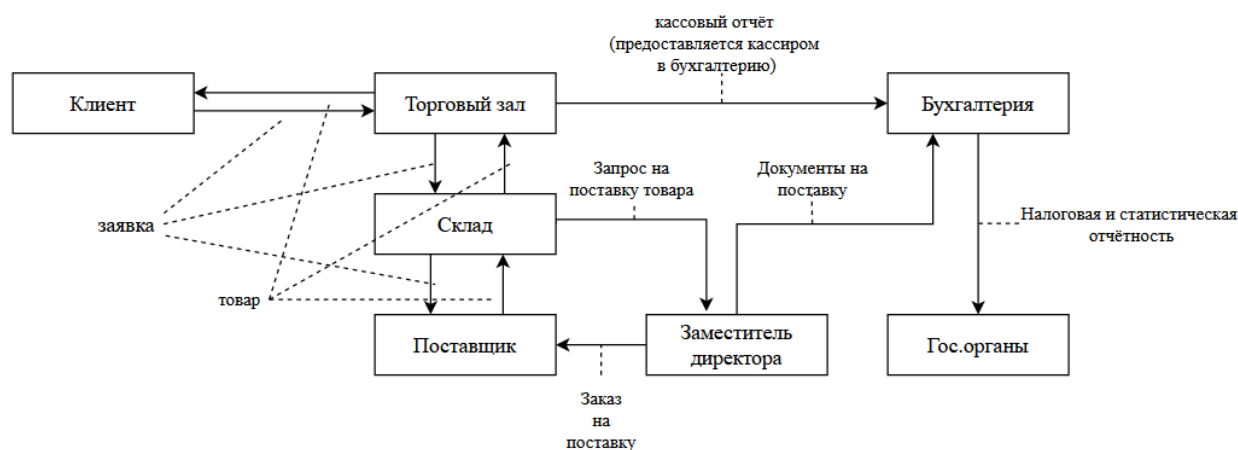


Рисунок 1 – Функциональная модель предметной области

Предметная область – магазин видеотехники розничной торговли. Магазин работает с поставщиками товара и клиентами-покупателями товара. Магазин (в лице директора) заключает с поставщиками видеотехники договор на поставку товара. Данные о продажах предоставляются в бухгалтерию для отчётности.

## 2.2 Описание бизнес-правил модели

Кроме описания предметной области необходимо сформировать бизнес-правила, применяемые в работе рассматриваемой системы. Бизнес-правило определяет или ограничивает некоторые аспекты бизнеса, всегда принимает значение «истина» или «ложь».

Ниже представлены правила предметной области. Даты предоставления отчетностей и сумма НДС условны.

1. Магазин видеотехники может заключить только один договор.
2. После окончания срока действия договора на поставку товаров есть возможность либо продлить договор, либо заключить новый. Действующий договор можно перевести в архив только после подтверждения о прерывании срока действия и расторжении данного договора на поставку.
3. Заказы на поставку товара выполняются только на основании действующего договора.
4. При оплате товара клиентом формируется чек.

5. Налог с продаж снимается с каждого проданного товара и равен 30%.
6. Чек имеет статус «выдан», если заказ передан клиенту. В чеке фиксируется дата выдачи.
7. Чек должен быть передан в бухгалтерию в момент получения товара.
8. Архив должен содержать 100% выданных товаров, пока отчёт, в котором он указан, не перейдет в архив.
9. Каждый товар может быть продан только по одному чеку.
10. Включать чек в статистическую и налоговую отчетность можно только в том случае, если он имеет статус «выдан».
11. Отчет составляется на каждый квартал и переходит в архив спустя 5 лет с момента создания.
12. Количество выданного товара не может превышать количество товара в документах о совершенных поставках товара на склад.
13. В случае отсутствия необходимого количества товара для продажи по заказу проводится оформление заказа на продажу с увеличением срока его выполнения с одновременным оформлением заказа на поставку необходимого товара на склад.

### **3 Инфологическое моделирование предметной области**

Первый этап процесса проектирования БД заключается в создании концептуальной инфологической модели данных анализируемой системы.

#### **3.1 Понятие инфологической модели предметной области**

Моделирование выполнено в соответствии с построением модели «сущность-связь». В простейшем виде эта модель ставит целью поиск ответов на следующие вопросы: какие в предметной области имеются объекты, информацию о которых необходимо хранить в БД (сущности), какими свойствами обладают эти объекты (атрибуты) и какие между этими объектами имеются связи.

Сущность – представляет совокупность вещей или концепций реального мира.

Ряд понятий, связанных с этим термином.

1. Экземпляр сущности – конкретный представитель выбранной сущности. Экземпляры сущностей должны быть различимы, т.е. сущности должны иметь некоторые свойства, уникальные для каждого экземпляра.

2. Ключ сущности – неизбыточный набор атрибутов, значения которых в совокупности являются уникальными для каждого экземпляра сущности. Неизбыточность заключается в том, что удаление любого атрибута из ключа нарушает его уникальность.

3. Атрибут сущности – это именованная характеристика, являющаяся некоторым свойством сущности.

#### **3.2 Выделение спецификаций по сущностям, атрибутам и связям**

Описание спецификаций предполагает составление списка сущностей и описание атрибутов для каждой из них.



Типы сущностей, выделенные с рассматриваемой системе.

1. Сотрудник.
2. Договор (было решено упразднить сущность «заказчик» из-за наличия связи один-к-одному)
3. Заказ по договору («поставка»).
4. Торговый зал.
5. Видеотехника.
6. Категории поставки.
7. Клиент.
8. Чек, сформированный на основе заказа.
9. Бухгалтерия.
10. Отчёт.

Атрибуты сущностей удобно представить в виде таблицы 1. Меткой «FK» («foreign key») обозначены атрибуты, связывающие сущность с другой таблицей. Подчеркнутые линией атрибуты означают, что вычисление их значений можно автоматизировать. Этот процесс будет подробнее рассмотрен в пункте 4.3.

Таблица 1 – Атрибуты сущностей инфологической модели

№	Наименование сущности	Идентификатор	Описательные атрибуты
1.	Сотрудник	ID	должность; телефон; e-mail.
2.	Договор	Номер договора	FK: ID сотрудника, заключившего договор; юр. адрес поставщика; срок действия; текст договора.

Продолжение таблицы 1

№	Наименование сущности	Идентификатор	Описательные атрибуты
3.	Поставка	Код партии	FK: номер договора; статус оплаты; статус отгрузки; дата получения товара; <u>кол-во категорий;</u> <u>общая стоимость товара.</u>
4.	Категория поставки	Номер категории	FK: код партии; количество товара; стоимость товара; FK: номер торгового зала.
5.	Торговый зал	Номер зала	FK: ID менеджера зала; <u>количество проданной техники, шт.</u>
6.	Видеотехника	Артикул	FK: номер категории товара; наименование; стоимость; производитель; вес.
7.	Клиент	ID клиента	FK: ID контактов; <u>история заказов.</u>
8.	Чек	Номер чека	FK: ID клиента; <u>кол-во товара;</u> <u>сумма с НДС;</u> дата оплаты; дата выдачи; FK: номер отчёта; статус.
9.	Бухгалтерия	Номер отдела	FK: ID главного бухгалтера; телефон; e-mail;

Продолжение таблицы 1

№	Наименование сущности	Идентификатор	Описательные атрибуты
10.	Отчёт	Код отчета	ID сотрудника, составившего отчет; <u>количество проданной техники, шт.</u> , итоговый доход с НДС; код гос.организации, в которую предоставляется отчёт.

### 3.3 Построение инфологической модели предметной области

Для построения инфологической модели заданной предметной области будет использована нотация Питера Шен-Чена. Особой ценностью данной модели является возможность ее использования на концептуальном уровне, когда еще нет четкого представления о структуре БД, но есть описание объектов предметной области с их атрибутивным составом и пониманием связей между ними.

При построении диаграммы необходимо учитывать правила:

1. Сущность изображается прямоугольником.
2. Атрибут изображается овалом, соединенным со своей сущностью (идентифицирующий атрибут подчеркнут). Для удобства в инфологической модели будут указаны только идентифицирующие атрибуты.
3. Связь изображается ромбом, соединенным со связываемыми сущностями.
4. Имена сущности, атрибута и связи располагаются внутри их изображений.
5. Связь при инфологическом моделировании является логическим соотношением между сущностями. Каждая связь должна именоваться глаголом или глагольной фразой.

Связи между таблицами бывают следующих типов.

1. Один к одному. В этом случае объекту одной сущности можно сопоставить только один объект другой сущности. В этом отношении



выведенные из существующей модели отношения не будут обладать избыточностью данных. Рекомендуется нормализовать БД до заполнения экземплярами данных.

Этапы нормализации и конкретные исправления, примененные к инфологической модели, приведены в таблице.

Таблица – Процесс нормализации БД.

Нормальная форма	Описание	Исправления
1НФ	Все поля должны быть атомарными (содержать только одно значение).	«Контактные данные» – встречается в нескольких таблицах. Для «клиент» выделить в отдельную сущность «контакты».
2НФ	Таблица должна быть в 1НФ, и все её атрибуты должны зависеть от всего первичного ключа, а не от его части, если первичный ключ – составной.	Соответствует 2НФ (нет составных первичных ключей).
3НФ	Таблица должна быть в 2НФ, и все её атрибуты должны зависеть только от первичного ключа, а не друг от друга.	Соответствует 3НФ
BCNF (Boyce-Codd Normal Form)	Таблица должна быть в 3НФ, и каждый детерминант (атрибут, определяющий другие атрибуты) должен быть кандидатом в первичный ключ.	Соответствует BCNF.
4НФ	Таблица должна быть в BCNF, и не может быть многозначных зависимостей (каждый атрибут должен зависеть только от ключа).	Устранена зависимость М:N «много клиентов покупают много товаров». Выделена сущность «чек».

Продолжение таблицы 2

Нормальная форма	Описание	Исправления
5НФ	Таблица должна быть в 4НФ, и должна быть разделена на такие компоненты, чтобы каждый факт мог быть представлен только в одном месте без потери информации.	Сущность «чек» связан с тремя сущностями, но эти связи зависят от «чек», а не друг от друга. Соответствует 5НФ.

Таким образом, разработанная инфологическая модель предметной области нормализована, что позволяет переходить к реализации БД.

## **4 Проектирование базы данных**

Разработанная инфологическая модель предметной области является исходной для этапа физического проектирования. После упрощения и нормализации концептуальная модель преобразуется в логическую (реляционную) с использованием определенных правил преобразования.

### **4.1 Выбор СУБД для разработки**

Для проектирования БД использована PostgreSQL (версия 17.4). Среди достоинств данной СУБД можно выделить:

- мощные и надёжные механизмы транзакций и репликации;
- расширяемая система встроенных языков программирования и поддержка загрузки C-совместимых модулей;
- наследование;
- легкая расширяемость.

Приложение pgAdmin4 (версия 9.0) предоставляет мощный графический интерфейс для управления базами данных PostgreSQL. Его главным преимуществом для данной задачи является автоматическое создание ERD-модели БД на основе выполненной SQL очереди, что значительно упрощает процесс нормализации за счет наглядности.

### **4.2 Физическое проектирование БД**

Особенностью реализации является обязательное указание типов данных каждого из атрибутов сущностей.

SQL-код структуры таблиц представлен в приложениях.

Созданные сущности и их атрибуты представлены на ERD диаграмме, изображенной на рисунке 4.

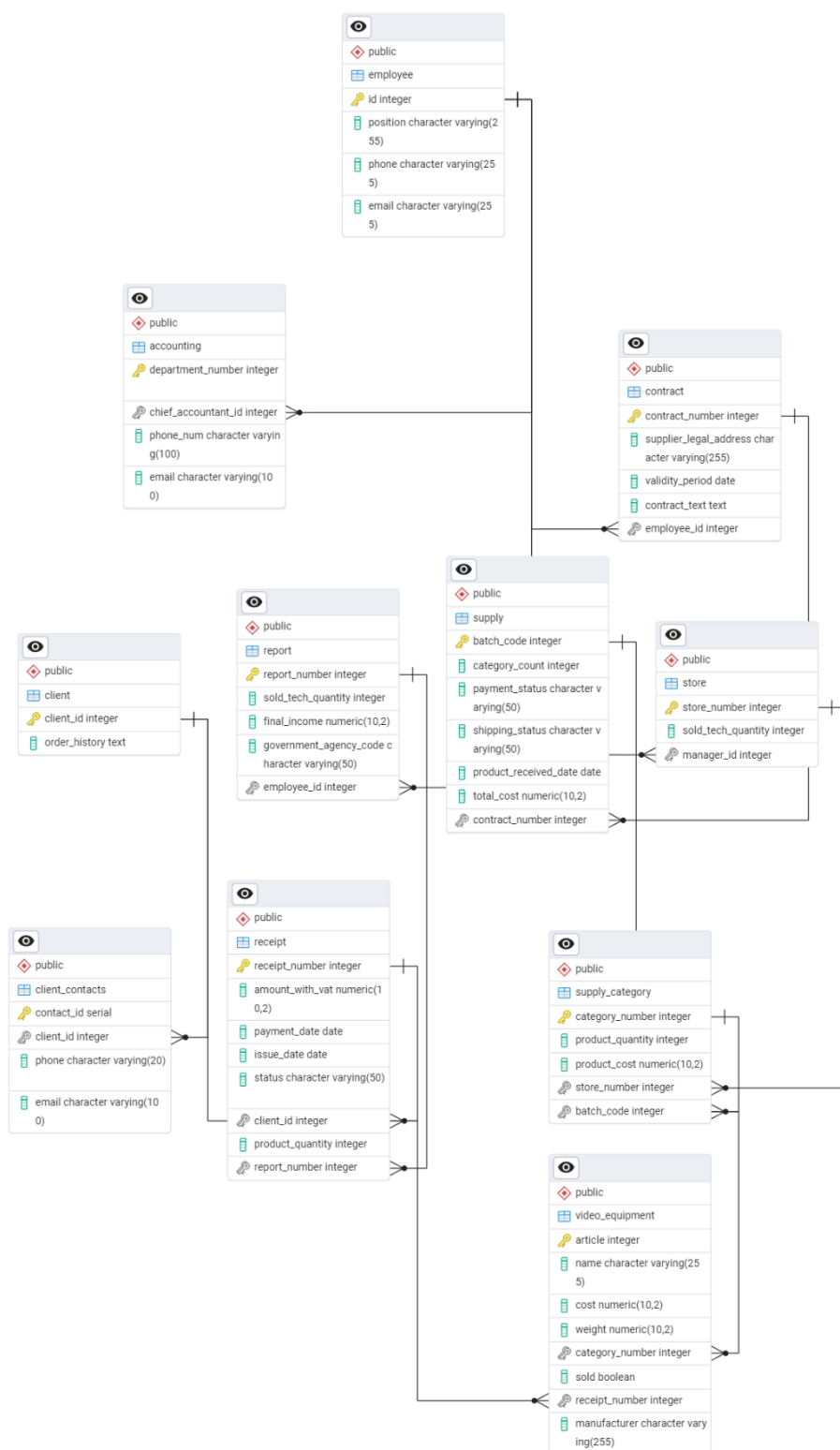


Рисунок 4 – ERD-диаграмма БД



### **4.3 Логика бизнес-процессов**

Чтобы при исполнении различных сценариев в работе ИПК не возникал конфликт данных, необходимо разработать алгоритм создания экземпляров сущностей и логику заполнения значений их атрибутов.

В работе компании можно выделить три основных бизнес-процесса: заключение договора, продажа товара и формирование отчёта. Для визуализации процессов применяется блок-схема со следующими обозначениями.

1. Прямоугольник – процесс (в данном случае это всегда процесс добавления экземпляра сущности в БД.
2. Ромб – условие.
3. Параллелограмм – ввод, вывод, изменение данных.
4. Скоба – комментарий. Комментарии в данном случае отражают FK сущности и важные для понимания процесса значения атрибутов.
5. Жирным шрифтом в параллелограмме выделены сущности, чьи значения атрибутов изменяются в данный момент.

Процесс заключения договора изображен на рисунке 5.

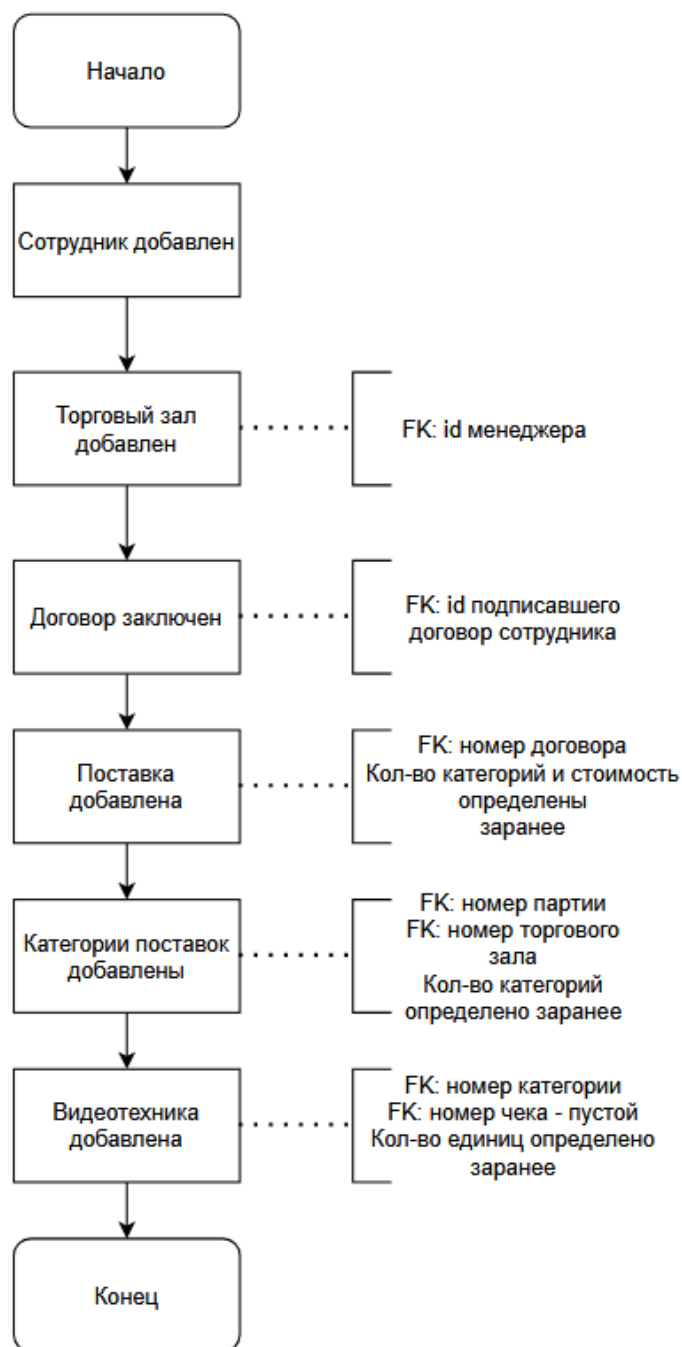


Рисунок 5 – Процесс заключения договора

Процесс продажи товара представлен на рисунке 6.

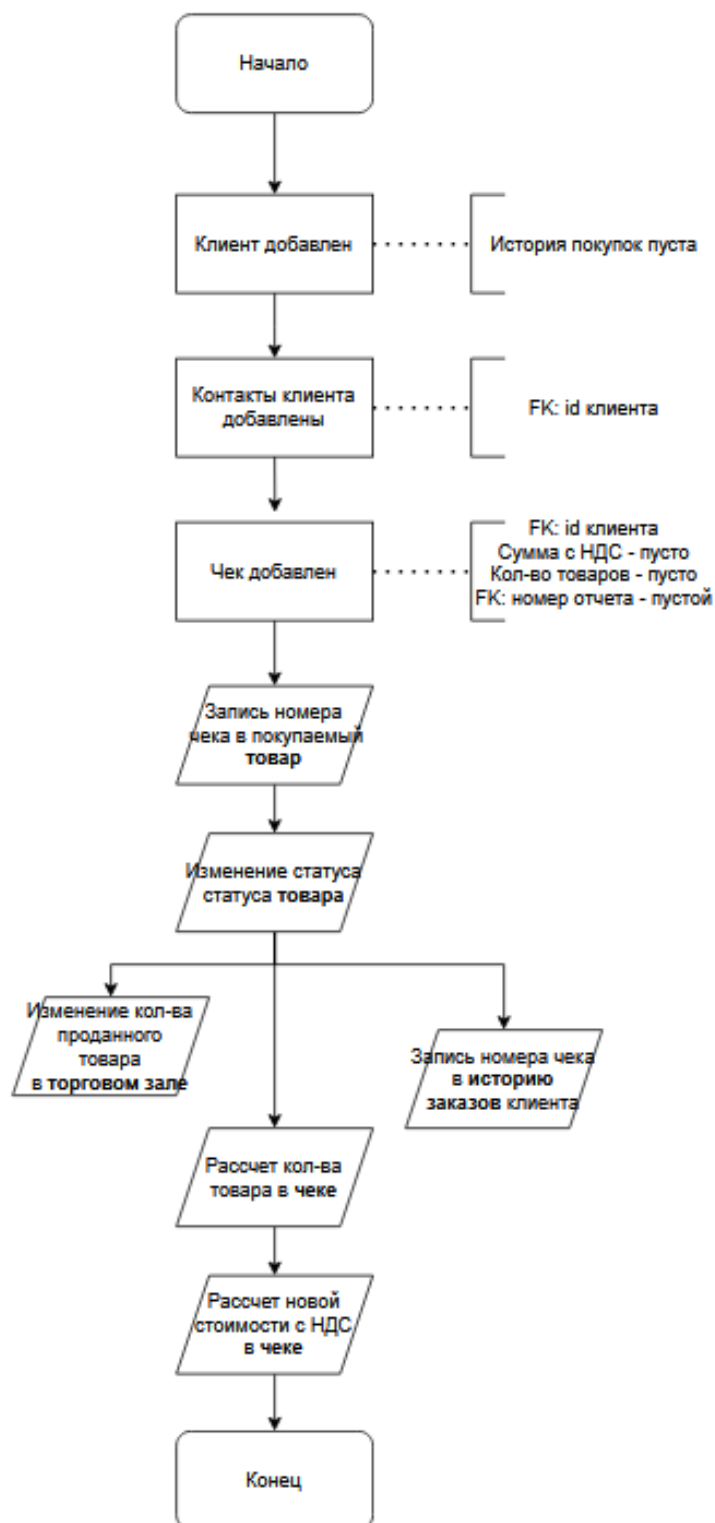


Рисунок 6 – Процесс продажи товара

Процесс формирования отчёта представлен на рисунке 7.

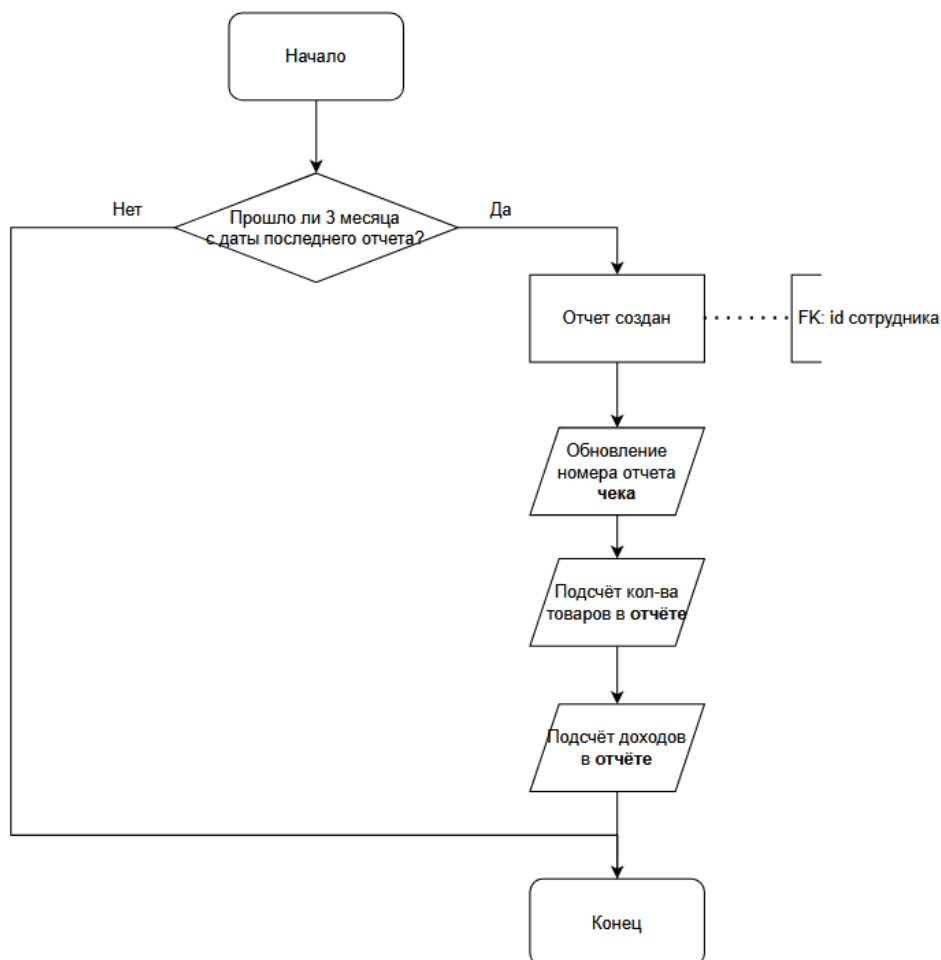


Рисунок 6 – Процесс формирования квартального отчёта

В блок-схемах не отражена сущность «бухгалтерия», она будет задействована при дальнейшей разработке системы.

#### 4.4 Автоматизация вычислений атрибутов

Заполнение некоторых атрибутов сущностей возможно автоматизировать за счет формул и триггеров (процедур, срабатывающих автоматически при возникновении заданного события).

В таблице 4 представлены атрибуты таблиц с автоматизированным вычислением значений и описание логики этих вычислений.

Таблица 4 – Вычисляемые атрибуты

Сущность	Атрибут	Описание расчётов	Триггер
Товар	Статус	Изменение статуса на true.	Изменение номера чека товара
Торговый зал	количество проданной техники, шт.	Кол-во товаров со статусом «продан», категория которых продается в данном торговом зале.	
Клиент	история заказов	В историю заказов через запятую записываются коды чеков, id клиента которых соответствуют данному клиенту.	
Чек	кол-во товара	Кол-во товаров, номер чека которых соответствует данному чеку.	
	сумма с НДС	Сумма стоимости ед.товара, номер чека которых соответствует данному чеку + 30%.	
Отчет	количество проданной техники, шт.	Сумма товаров в чеках, чей номер отчета соответствует данному.	Изменение номера отчёта чека.
	доход с НДС	Сумма итоговых стоимостей в чеках, чей номер отчета соответствует данному.	

Наличие триггера 1 позволяет сократить кол-во обращений ИПК к БД при покупке одного товара в 5 раз.

В результате проектирования БД должны быть определены сущности с атрибутами, а также их экземпляры. Порядок добавления экземпляров происходит в соответствии с порядком, указанным на схемах на рисунках 4 - 6.

Резервная копия БД с заполненными таблицами находится в приложениях.

## **5 Интеграция БД в приложение**