

# Документация к проекту Secure Bank System

Бойко Руслан и Осипов Илья

1 декабря 2025 г.

## Аннотация

Документация описывает архитектуру, функциональные и нефункциональные требования, а также краткое пользовательское руководство для Secure Bank System – многопользовательской банковской системы с системой безопасности, верификации и шифрования операций.

## Содержание

<b>1 Функциональные требования</b>	<b>3</b>
1.1 Управление клиентами . . . . .	3
1.2 Управление банковскими счетами . . . . .	3
1.3 Банковские операции . . . . .	3
1.4 Система безопасности . . . . .	3
1.5 Административные функции . . . . .	4
<b>2 Системные требования</b>	<b>4</b>
2.1 Требования к производительности . . . . .	4
2.2 Требования к безопасности . . . . .	4
2.3 Требования к надёжности . . . . .	4
2.4 Требования к масштабируемости . . . . .	4
2.5 Требования к совместимости . . . . .	5
2.6 Технические требования . . . . .	5
<b>3 Архитектурная документация</b>	<b>6</b>
3.1 Компонентная архитектура . . . . .	8
3.2 Логика обработки запросов . . . . .	9
3.3 Архитектурная диаграмма компонент . . . . .	10
3.4 Диаграмма последовательности операций . . . . .	11
<b>4 Пользовательская документация</b>	<b>12</b>
4.1 Основные команды . . . . .	12
4.1.1 Команды без авторизации: . . . . .	12
4.1.2 Команды после авторизации клиента: . . . . .	12
4.1.3 Команды сотрудника безопасности: . . . . .	12
<b>5 Пример пайплайна работы</b>	<b>13</b>
5.1 Стандартная операция (пополнение счета) . . . . .	13
5.2 Операция с одобрением (крупный перевод) . . . . .	14
5.3 Процесс регистрации нового клиента . . . . .	15

<b>6</b>	<b>Технические особенности</b>	<b>16</b>
<b>7</b>	<b>Пайплайн работы над проектом</b>	<b>17</b>
<b>8</b>	<b>Заключение</b>	<b>21</b>

# 1 Функциональные требования

## 1.1 Управление клиентами

Система обеспечивает полный цикл управления клиентскими учетными записями:

- Регистрация новых клиентов с обязательной проверкой паспортных данных на уникальность;
- Аутентификация пользователей по уникальному идентификатору учетной записи и паролю;
- Процедура верификации клиентов уполномоченными сотрудниками службы безопасности

## 1.2 Управление банковскими счетами

Реализована система управления счетами различных категорий:

- Создание и ведение счетов следующих типов:
  - Сберегательные счета (Savings)
  - Расчётные счета (Checking)
  - Кредитные счета (Credit)
  - Депозитные счета (Deposit)
- Предоставление информации о текущем балансе и полной истории транзакций по каждому счёту
- Установка и управление кредитными лимитами для счетов кредитного типа

## 1.3 Банковские операции

Система поддерживает проведение стандартных банковских операций:

- Операции пополнения счетов (deposit)
- Операции снятия денежных средств (withdraw) с автоматической проверкой доступных лимитов
- Переводы денежных средств между счетами (transfer) в рамках клиентов системы;
- Механизм одобрения/отклонения крупных операций службой безопасности банка.

## 1.4 Система безопасности

Реализованы многоуровневые механизмы защиты:

- Шифрование всех данных, хранимых в базе данных системы;
- Двухуровневая система аутентификации (клиенты банка / сотрудники банка);
- Система очередей для одобрения операций, превышающих установленные лимиты;
- Специальные ограничения для новых и неверифицированных пользователей.

## **1.5 Административные функции**

Для сотрудников банка предусмотрены административные функции:

- Просмотр и обработка операций, ожидающих одобрения;
- Верификация новых клиентов банка;
- Управление процентными ставками по кредитным и депозитным продуктам (в процессе реализации);

## **2 Системные требования**

### **2.1 Требования к производительности**

- Время отклика системы не должно превышать 100 мс для стандартных банковских операций зачисления, перевода и снятия;
- Система должна поддерживать несколько одновременных клиентских подключений (и параллельную обработку запросов);
- Эффективное использование оперативной памяти и ресурсов процессора.

### **2.2 Требования к безопасности**

- Обязательное шифрование всех конфиденциальных данных при хранении
- Применение алгоритмов хеширования для хранения паролей пользователей
- Комплексная валидация всех входных данных и параметров операций
- Реализация механизма управления сессиями с автоматическим завершением по таймауту

### **2.3 Требования к надёжности**

- Автоматическое сохранение состояния системы при каждом изменении данных;
- Возможность восстановления работоспособности после аварийных сбоев;
- Регулярное резервное копирование базы данных с возможностью восстановления.

### **2.4 Требования к масштабируемости**

- Модульная архитектура системы, позволяющая добавлять новые функциональные компоненты
- Четкое разделение клиентской и серверной частей системы
- Поддержка многопоточности для обработки параллельных запросов

## **2.5 Требования к совместимости**

- Кроссплатформенная работа на операционных системах семейства macOS (Linux и Windows в процессе отладки);
- Использование стандартных сетевых протоколов TCP/IP для клиент-серверного взаимодействия;
- Независимость от внешних систем управления базами данных.

## **2.6 Технические требования**

Тестирование программы производилось на следующем сетапе:

- Язык программирования: C++17 или выше
- Компилятор: GCC 9.0+, Clang 10.0+, CMake 4.2+ или MSVC 2019+
- Минимальный объем оперативной памяти: 8 ГБ
- Минимальное дисковое пространство: 128 ГБ для установки и работы
- Сетевой интерфейс для клиент-серверного взаимодействия

### 3 Архитектурная документация

Secure Bank System реализована по многоуровневой клиент-серверной архитектуре с четким разделением ответственности между компонентами. Архитектура следует принципам модульности и инкапсуляции, что обеспечивает высокую сопровождаемость и масштабируемость системы.

Ключевые архитектурные решения:

- Трехуровневая архитектура: клиентский уровень, серверный уровень, уровень данных;
- Событийно-ориентированная обработка: асинхронная обработка клиентских подключений;
- Многопоточность: изолированные потоки для каждого клиентского соединения;
- Пассивный объект базы данных: инкапсуляция логики хранения и сериализации.

Дерево проекта:

```
└── CMakeLists.txt
├── Makefile
├── data
│   ├── accounts.dat
│   ├── accounts.dat.settings
│   └── verification_queue.dat
└── src
    ├── account.cpp
    ├── account.h
    ├── client.cpp
    ├── client.h
    ├── crypto.cpp
    ├── crypto.h
    ├── database.cpp
    ├── database.h
    ├── init_database.cpp
    ├── main_client.cpp
    ├── main_server.cpp
    ├── server.cpp
    ├── server.h
    └── view_database.cpp
└── tests
    └── test_bank_system.cpp
```

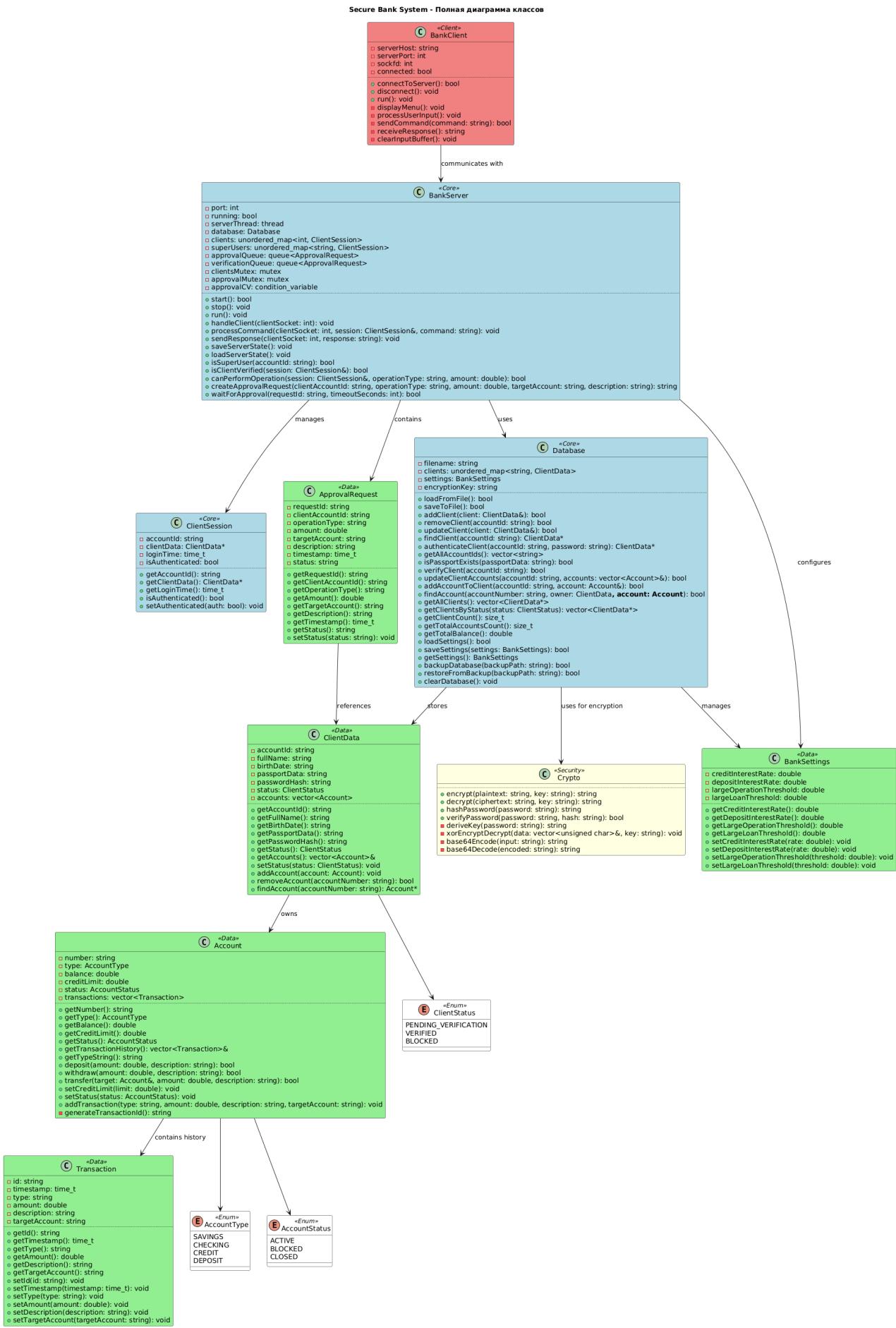


Рис. 1: Диаграмма классов системы

### 3.1 Компонентная архитектура

Программный код можно разделить на следующие ключевые компоненты:

- **Client Application** – клиентское приложение;
- **Bank Server** – многопоточный сервер с системой сессий;
- **Database Layer** – слой работы с данными;
- **Security Module** – модуль безопасности и шифрования.

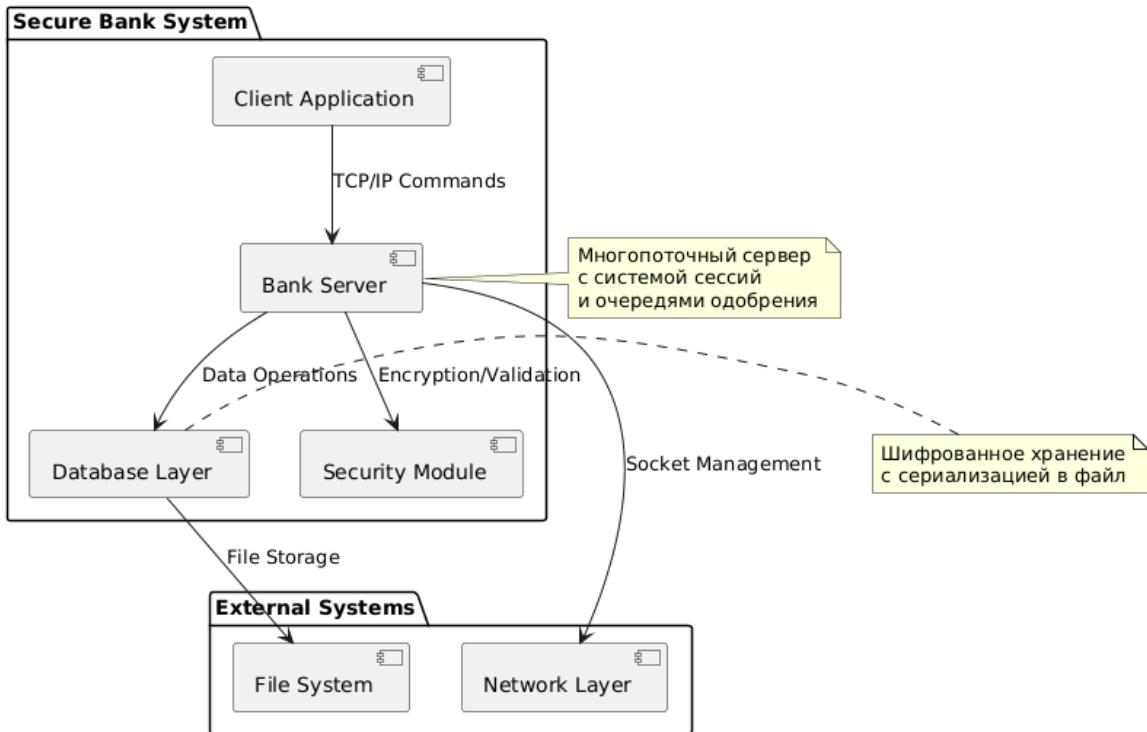


Рис. 2: Архитектурная диаграмма системы

### 3.2 Логика обработки запросов

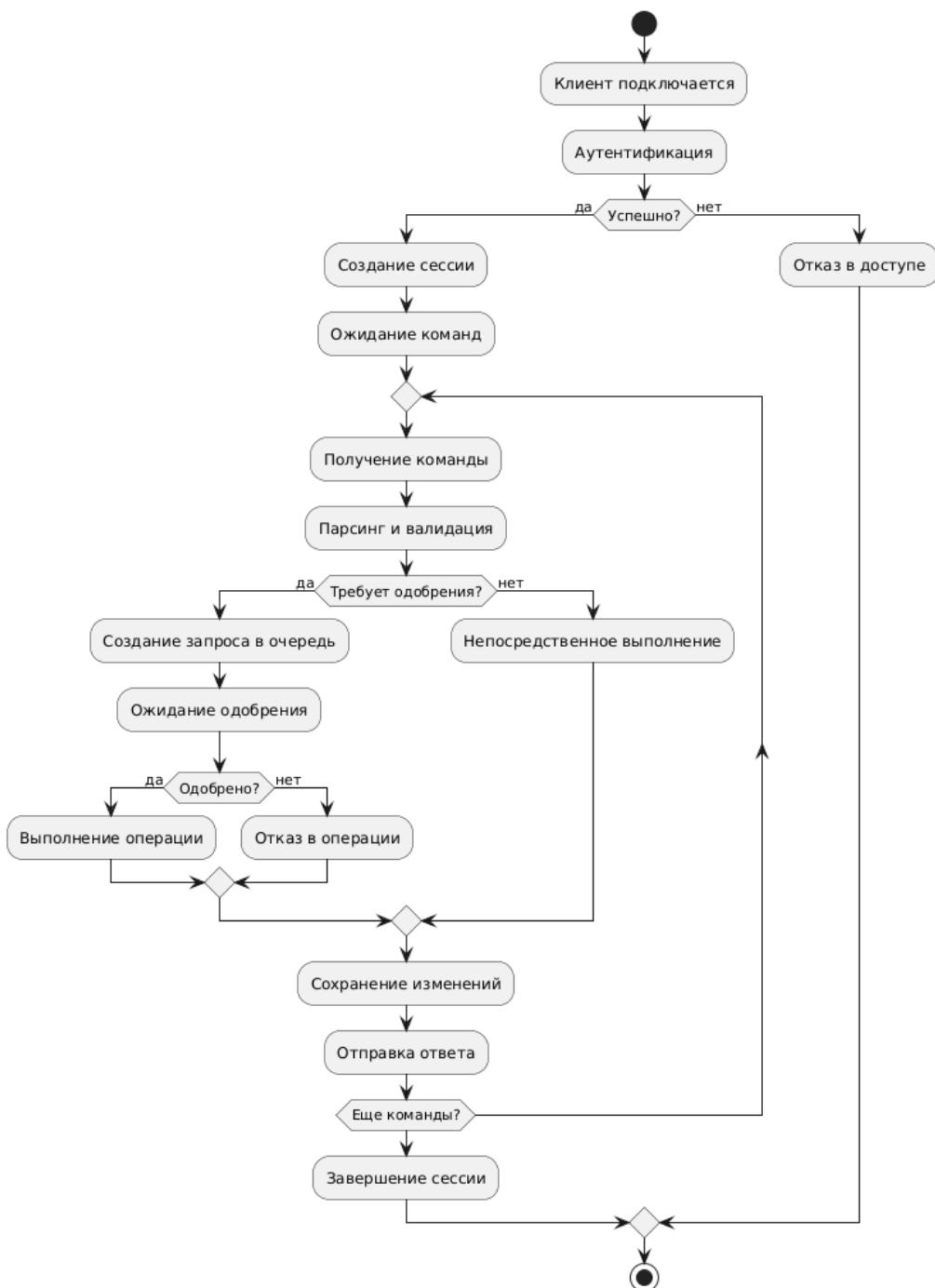


Рис. 3: Логика обработки клиентских запросов

### 3.3 Архитектурная диаграмма компонент

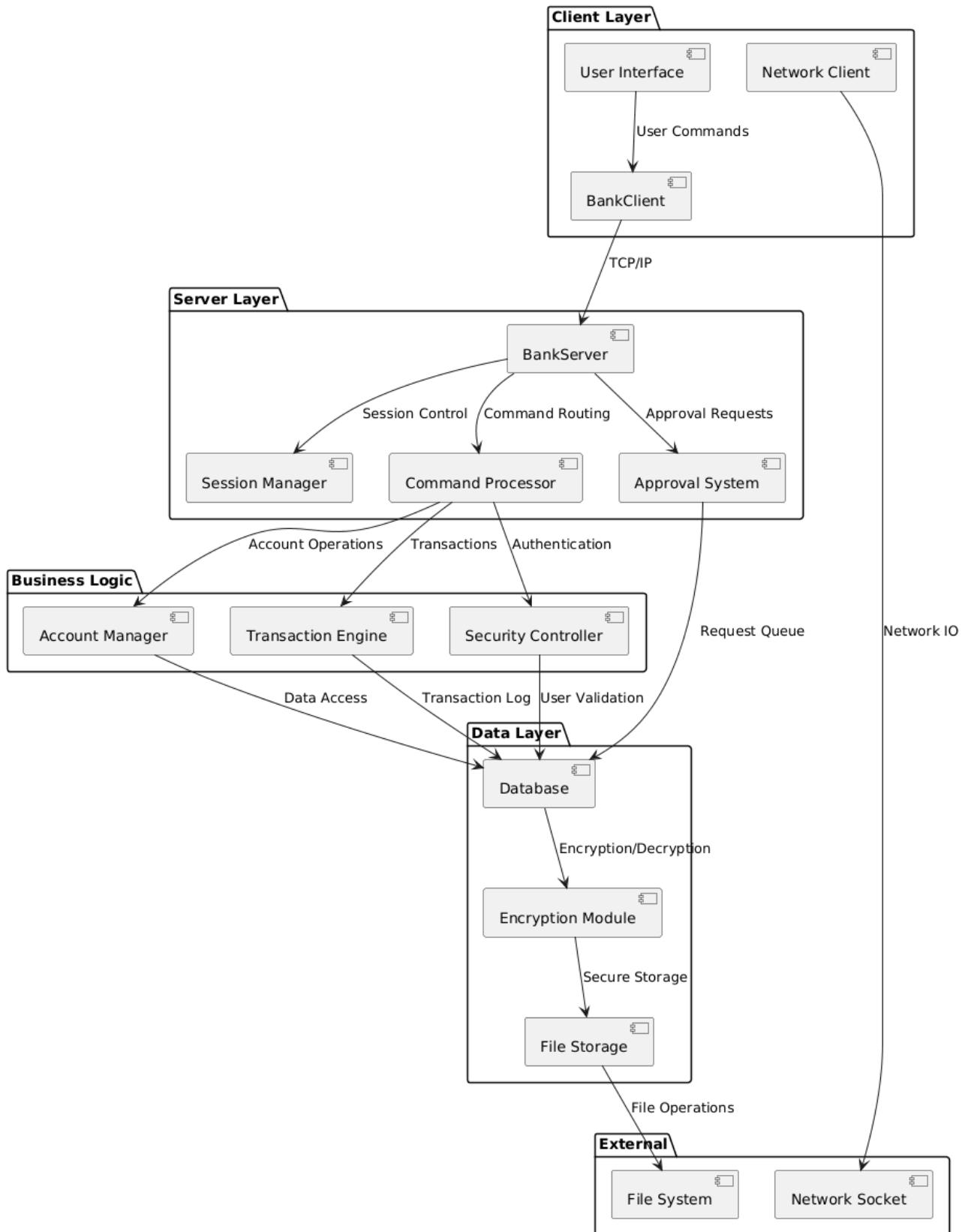


Рис. 4: Диаграмма компонент системы

### 3.4 Диаграмма последовательности операций

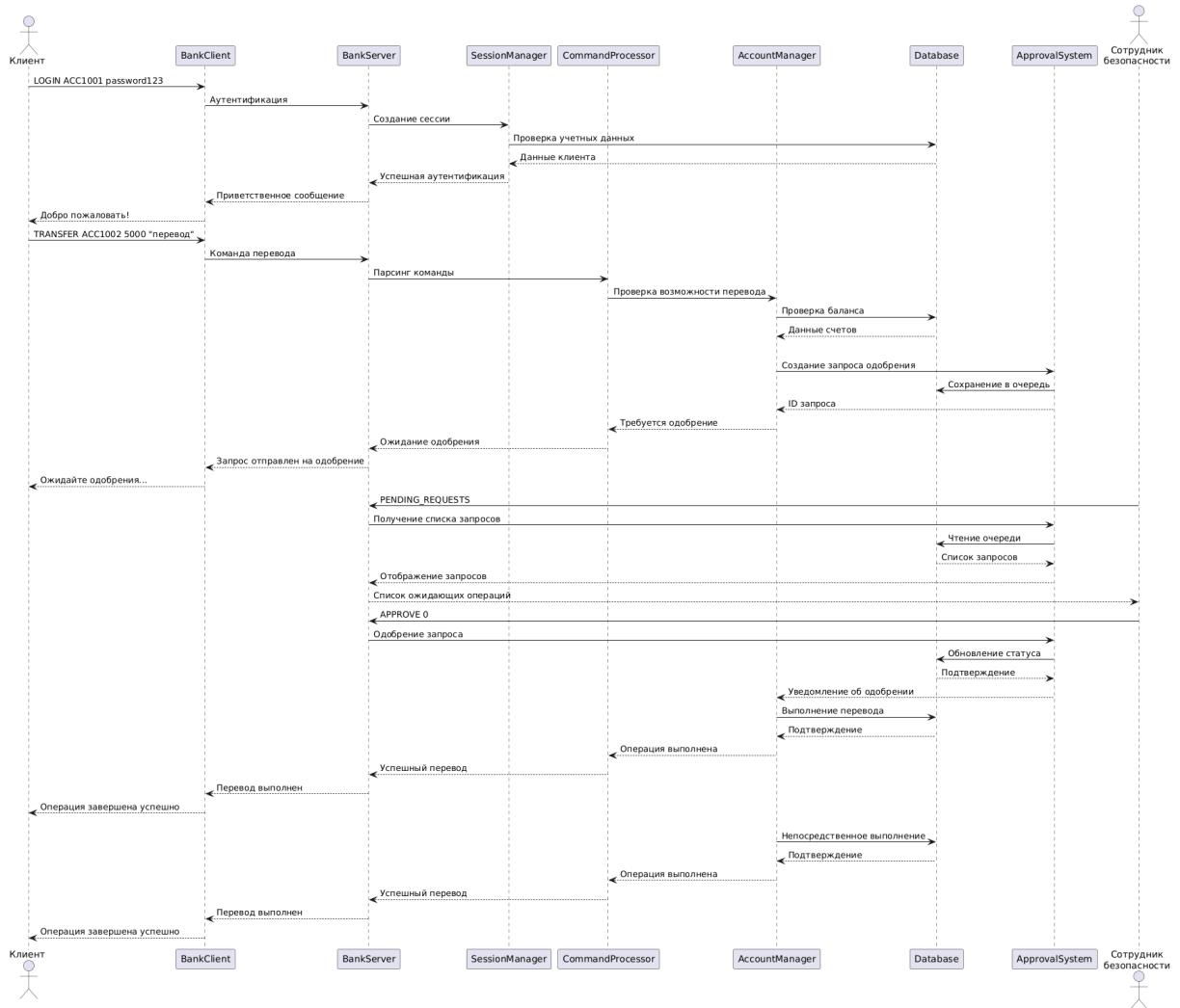


Рис. 5: Последовательность выполнения операции перевода средств

## 4 Пользовательская документация

### Инициализация системы

```
1 # Компиляция и настройка
2 make setup
3 # Запуск сервера
4 make run_server
5 # Запуск клиента в ( другом терминале)
6 make run_client
```

### Тестовые учетные записи

Обычный клиент:	ACC1001 / password123
Обычный клиент:	ACC1002 / qwerty456
Неверифицированный:	ACC1003 / test789
Сотрудник безопасности:	SUPER001 / superpass123

#### 4.1 Основные команды

##### 4.1.1 Команды без авторизации:

```
1 RATES                                     # Просмотр ставок
2 REGISTER ФИО 1990-05-15 4510123456 password123 # Регистрация нового пользователя
3 LOGIN ACC1001 password123                  # Войти в аккаунт
4 SUPERLOGIN SUPER001 superpass123            # Войти в аккаунт банковского
                                              # сотрудника
5 HELP                                       # Справка
```

##### 4.1.2 Команды после авторизации клиента:

```
1 ACCOUNTS                                  # Список счетов
2 DEPOSIT 1000                                # Пополнение на первый счёт 1000 тугриков
3 WITHDRAW 500                                 # Снятие с первого счёта 500 тугриков
4 TRANSFER ACC1002 200                         # Перевод пользователю ACC1002 200 тугриков
5 HISTORY 0                                   # История операций
6 CREATE_ACCOUNT 0                            # 0=Savings, 1=Checking, 2=Credit, 3=Deposit
7 INFO                                         # Информация о клиенте
8 LOGOUT                                      # Выход из аккаунта
```

##### 4.1.3 Команды сотрудника безопасности:

```
1 PENDING_REQUESTS      # Ожидавшие операции
2 PENDING_VERIFICATIONS # Ожидавшие верификации
3 APPROVE 0              # Одобрить запрос 0
4 REJECT 1               # Отклонить запрос 1
5 VERIFY 0                # Верифицировать клиента 0
6 SET_RATES 12.0 6.5     # Установить ставки
7 SETTINGS                 # Текущие настройки
```

## 5 Пример пайплайна работы

### 5.1 Стандартная операция (пополнение счета)

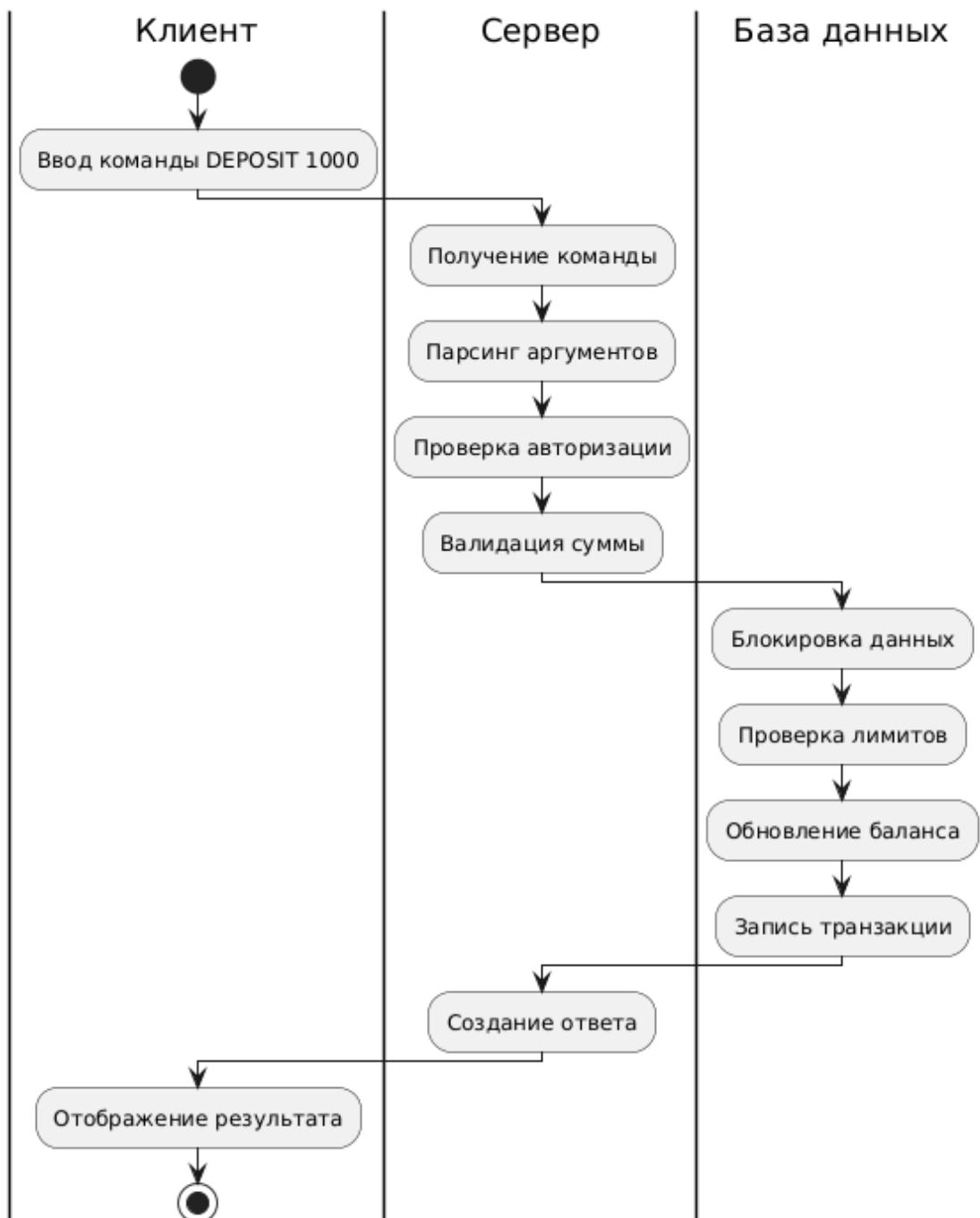


Рис. 6: Пайплайн выполнения стандартной операции пополнения счета

## 5.2 Операция с одобрением (крупный перевод)

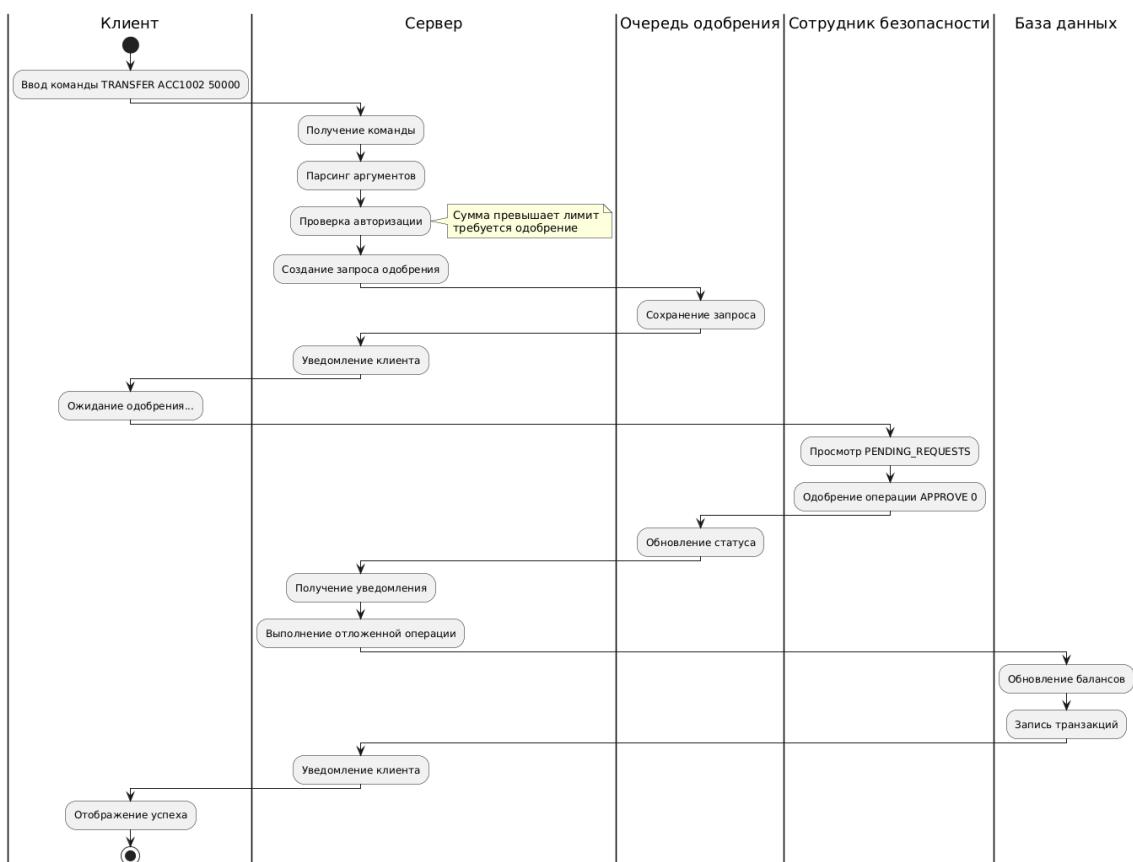


Рис. 7: Пайплайн операции перевода, требующей одобрения безопасности

### 5.3 Процесс регистрации нового клиента

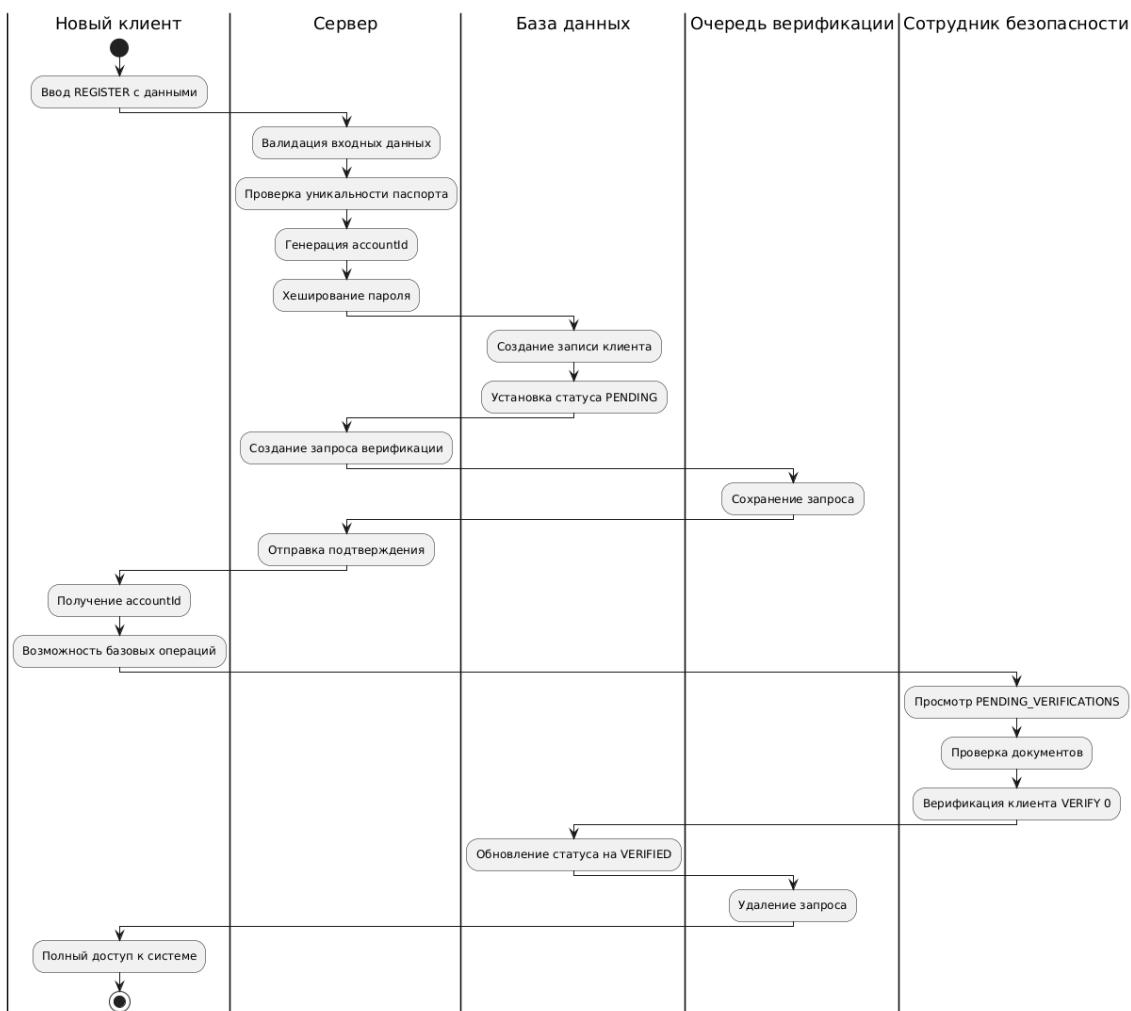


Рис. 8: Процесс регистрации и верификации нового клиента

## 6 Технические особенности

### Шифрование данных

- Алгоритм: XOR + Base64 (для демонстрации, но можно и более продвинутые)
- Ключ: bank-system-key-2024 (для проверки дешифровальщика)
- Область применения: файлы базы данных и настроек

### Сетевое взаимодействие

- Протокол: TCP/IP
- Порт по умолчанию: 8080 (но можно открывать на произвольном)
- Формат команд: текстовые строки
- Кодировка: UTF-8 (по умолчанию)

### Управление памятью

- Умные указатели: для автоматического управления памятью
- RAII и умные указатели: для корректного распределения ресурсов (сокеты, файлы)
- Контейнеры STL: для хранения данных

### Обработка ошибок

- Исключения: для корректной обработки ошибок
- Коды возврата: для прослеживания логики работы
- Логирование: в консоль сервера и системные файлы

## 7 Пайплайн работы над проектом

### Изучение теоретической базы

- Принципы клиент-серверной архитектуры
- Сетевые протоколы TCP/IP, сокеты в C++
- Многопоточное программирование
- Основы криптографии (хеширование, шифрование XOR + Base64)
- Паттерны проектирования для банковских систем
- Системы аутентификации и авторизации
- Принципы безопасного хранения данных

### Поэтапная разработка системы

#### Фаза 1: Базовая архитектура (Недели 1-2)

##### Создание “костяка” системы:

- Разработана базовая структура проекта с разделением на модули
- Реализованы классы Account, Transaction для представления банковских сущностей
- Создана заготовка для системы клиент-серверного взаимодействия

##### Основные решения:

- Выбрана трехуровневая архитектура (клиент-сервер-база данных)
- Определены основные типы счетов: SAVINGS, CHECKING, CREDIT, DEPOSIT
- Разработана структура транзакций с историей операций

#### Фаза 2: Сетевое взаимодействие (Недели 3-4)

##### Реализация клиент-серверной связи:

- Разработан класс BankServer с многопоточным подключением клиентов
- Создан класс BankClient для взаимодействия с сервером
- Реализован текстовый протокол для команд (в терминале)

##### Особенности реализации:

- Многопоточная обработка клиентов через std::thread
- Система сессий для управления состоянием клиентов

## **Фаза 3: Работа с данными и система аутентификации (Недели 5-7)**

### **Реализация системы хранения:**

- Класс Database для управления данными
- Шифрование записей в базе данных (создан модуль Crypto для шифрования и хеширования)
- Реализована система регистрации и логина
- Добавлена двухуровневая аутентификация (клиенты/суперпользователи)

### **Особенности реализации:**

- Автоматическое сохранение при изменениях
- Резервное копирование и восстановление
- Формат хранения с поддержкой сохранения истории транзакций

### **Реализовано:**

- REGISTER – регистрация новых пользователей
- LOGIN – вход для обычных клиентов
- SUPERLOGIN – вход для сотрудников безопасности
- Реализована утилита view\_database для просмотра зашифрованных данных
- Создан скрипт инициализации тестовых данных init\_database
- Добавлено логирование ключевых событий на сервере

## **Фаза 4: Базовые банковские операции (Неделя 8)**

### **Реализация основных функций:**

- DEPOSIT / DEPOSIT\_TO – пополнение счетов
- WITHDRAW / WITHDRAW\_FROM – снятие средств
- TRANSFER / TRANSFER\_FROM – переводы между счетами
- CREATE\_ACCOUNT – создание новых счетов

### **Особенности реализации:**

- Автоматическое ведение истории транзакций
- Поддержка кредитных лимитов для счетов

## **Фаза 5: Система одобрения операций (Недели 9-10)**

### **Реализация безопасности для крупных операций:**

- Механизм очередей запросов на одобрение
- Команды для суперпользователей: APPROVE, REJECT, PENDING\_REQUESTS
- Автоматическое определение крупных операций по пороговому значению

### **Особенности реализации:**

- Операции выше порога требуют одобрения безопасности
- Система ожидания ответа с таймаутом
- Уведомления клиентов о статусе операций

## **Фаза 6: Верификация пользователей (Недели 9-10)**

### **Система проверки клиентов:**

- Статусы пользователей: PENDING\_VERIFICATION, VERIFIED, BLOCKED (в процессе)
- Очередь запросов на верификацию
- Команды VERIFY, PENDING\_VERIFICATIONS для суперпользователей

### **Для неверифицированных пользователей установлены:**

- Лимиты на размер операций
- Запрет на создание кредитных и депозитных счетов

*Для верифицированных пользователей остаётся доступен весь ранее описанный функционал.*

## **Фаза 7: Процентные ставки и настройки (Неделя 11, не закончено)**

### **Управление банковскими параметрами:**

- Система хранения настроек банка (лимиты, ставки)
- Команды SET\_RATES, SETTINGS для управления ставками
- Динамическое применение изменений

## **Фаза 8: Тестирование системы (Недели 12-13)**

### **Модульное тестирование**

- Создан комплексный тестовый класс BankSystemTest
- Тестирование основных сценариев: регистрация, логин, операции
- Проверка обработки ошибок и граничных случаев

## **Интеграционное тестирование**

- Тестирование взаимодействия клиент-сервер
- Проверка работы системы одобрения операций
- Тестирование восстановления после сбоев

## **Нагрузочное тестирование**

- Проверка многопользовательской работы
- Тестирование обработки параллельных запросов

## **Инструменты тестирования**

- Google Test framework для unit-тестов
- Автоматизированные сценарии для интеграционного тестирования
- Ручное тестирование пользовательских сценариев

## **Документирование**

- Создана документация на русском языке
- Описаны функциональные и системные требования
- Разработаны архитектурные диаграммы и схемы работы
- Создано пользовательское руководство с примерами

## **Оптимизация и рефакторинг**

- Улучшена обработка ошибок
- Оптимизирована работа с памятью
- Улучшена производительность сетевого взаимодействия

## **Итог работы**

Проект развивался по принципу “снизу вверх” – от базовых структур данных к сложной логике взаимодействия клиента, сервера и суперпользователя. Каждый этап включал проектирование, реализацию, а также обязательное тестирование и интеграцию (что облегчалось, так как старались придерживаться модульности приложения по SOLID). Такой подход позволил создать стабильную, безопасную и расширяемую банковскую систему.

## 8 Заключение

Secure Bank System представляет собой комплексное решение для безопасного банковского обслуживания с модульной архитектурой и многоуровневой системой безопасности. Система демонстрирует лучшие практики разработки финансовых приложений и может служить основой для более сложных банковских систем.

## Список литературы

- [1] ISO/IEC 14882:2017 - Programming Language C++
- [2] Seacord, R. C. (2013). *Secure Coding in C and C++*
- [3] Donahoo, M. J., & Calvert, K. L. (2001). *TCP/IP Sockets in C: Practical Guide for Programmers*
- [4] RAII и умные указатели // Справочник по C++ Яндекс [Электронный ресурс]. URL: <https://education.yandex.ru/handbook/cpp/article/raii-and-smart-pointers>.
- [5] StivenHacker. Base64 and XOR Encryption // DeepWiki [Электронный ресурс]. URL: <https://deepwiki.com/stivenhacker/GhostStrike/3.1-base64-and-xor-encryption>.