

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский авиационный институт
(Национальный исследовательский университет)»

Факультет информационных технологий и прикладной математики
Кафедра вычислительной математики и программирования

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ
по дисциплине «Операционные системы»

Студент: Князьков Николай Дмитриевич
Группа: М80–203БВ–24
Вариант: 28
Преподаватель: Соколов А. А.

Москва, 2025

Курсовой проект. Клиент-серверная система мгновенных сообщений

1.1 Постановка задачи

Цель проекта: проектирование и реализация клиент-серверной системы мгновенных сообщений с использованием механизмов ОС (именованных FIFO), обеспечивающей:

- Регистрацию клиента на сервере по логину;
- Отправку сообщений от клиента другому клиенту по логину;
- Приём сообщений клиентом в реальном времени;
- Поддержку отложенной отправки сообщений, сохраняемых на сервере;
- Использование pipe'ов (именованных FIFO) для связи между сервером и клиентами.

1.2 Общие сведения о системе и требования

Система состоит из двух модулей:

- **server** — демон/служба, сохраняет состояние клиентов, обрабатывает команды и доставляет сообщения;
- **client** — консольный клиент, подключается к серверу по логину, отправляет команды и получает входящие сообщения в реальном времени.

Все коммуникации реализуются через именованные FIFO (pipe'ы). Сервер управляет очередью сообщений и хранит отложенные сообщения на диске. Клиент одновременно отправляет команды и принимает сообщения через отдельный поток.

1.3 Архитектура и протокол обмена

1.3.1 Использование pipe'ов

Для связи множества независимых процессов применяются именованные FIFO (`mkfifo`). Сервер создаёт один «well-known» FIFO для регистрации и команд клиентов. Каждый клиент создаёт свой FIFO для приёма сообщений и сообщает серверу путь при регистрации.

1.3.2 Каналы и имена

- SERVER_CMD_FIFO — фиксированный FIFO (например, `/tmp/chat_srv_cmd`), куда клиенты отправляют команды;
- Клиентский FIFO: `/tmp/chat_cli_<login>`, создаётся при первом запуске.

1.3.3 Формат команд

- Регистрация: REGISTER|<login>|<fifo_path>
- Немедленное сообщение: SEND|<from>|<to>|<msg_id>|<body>
- Отложенное сообщение: SCHEDULE|<from>|<to>|<deliver_ts>|<msg_id>|<body>
- Отключение: UNREGISTER|<login>
- Подтверждение доставки: DELIVERED|<msg_id>

1.3.4 Поведение сервера

- Чтение команд из SERVER_CMD_FIFO (nonblock + select/poll или отдельный поток);
- REGISTER: добавление клиента в таблицу и доставка накопленных сообщений;
- SEND: доставка немедленно или сохранение, если получатель офлайн;

- SCHEDULE: сохранение сообщения с временем доставки, отдельный поток проверяет очередь;
- Обеспечение доставки сообщений при выходе отправителя.

1.3.5 Поведение клиента

- Создание собственного FIFO;
- Отправка REGISTER;
- Два потока: ввод команд и приём сообщений;
- При выходе отправка UNREGISTER (опционально).

1.4 Хранение отложенных сообщений

Сервер хранит сообщения в файле (например, `messages.db`) или SQLite. При старте сервер загружает файл в память и запускает поток, доставляющий сообщения по мере наступления времени. После успешной доставки сообщения удаляются.

1.5 Обработка ошибок

При невозможности записи в FIFO клиента сообщение остаётся в очереди для повторной попытки. Очередь сохраняется на диске при аварийном завершении сервера.

1.6 Примеры последовательностей действий

1. Клиент Alice создаёт `/tmp/chat_cli_Alice` и регистрируется.
2. Клиент Bob регистрируется аналогично.
3. Alice отправляет SEND → Bob, Bob получает сообщение немедленно.
4. Alice отправляет SCHEDULE → Carol, Carol регистрируется позже — сервер доставляет сообщение в назначенное время.
5. Alice выходит, отложенные сообщения доставляются по расписанию.

1.7 Примеры кода (C, POSIX)

1.7.1 Клиент — регистрация и отправка команды

```
1 // client_send.c
2 int fd = open("/tmp/chat_srv_cmd", O_WRONLY);
3 if (fd == -1) { perror("open server fifo"); exit(1); }
4 dprintf(fd, "REGISTER|%s|%s\n", login, client_fifo_path);
5 close(fd);
```

1.7.2 Сервер — чтение команд

```
1 // server_main.c
2 #define CMD_FIFO "/tmp/chat_srv_cmd"
3 mkfifo(CMD_FIFO, 0666);
4 int fd = open(CMD_FIFO, O_RDONLY | O_NONBLOCK);
5 char buf[4096];
6 while (running) {
7     ssize_t r = read(fd, buf, sizeof(buf)-1);
8     if (r > 0) {
9         buf[r] = '\0';
10        // REGISTER/SEND/SCHEDULE/
11        UNREGISTER
12    } else {
13        usleep(100000);
14    }
}
```

1.7.3 Сервер — запись в FIFO клиента

```
1 int send_to_client(const char *client_fifo, const char *payload)
2 ) {
3     int fd = open(client_fifo, O_WRONLY | O_NONBLOCK);
4     if (fd == -1) {
5         if (errno == ENXIO || errno == ENOENT) return -1;
6         perror("open client fifo");
7         return -1;
8     }
9     write(fd, payload, strlen(payload));
```

```
9     close(fd);
10    return 0;
11 }
```

1.7.4 Сервер — таймер доставки сообщений

```
1 while (running) {
2     now = time(NULL);
3     //                                     scheduled
4
5     sleep(1);
6 }
```

1.7.5 Клиент — приём сообщений

```
1 // client_receive.c
2 int fd = open(client_fifo_path, O_RDONLY);
3 char buf[2048];
4 while ((n = read(fd, buf, sizeof(buf)-1)) > 0) {
5     buf[n] = '\0';
6     printf("%s", buf);
7 }
8 close(fd);
```

1.8 Формат передаваемых сообщений

MSG|<from>|<msg_id>|<timestamp>|<body>

Клиент парсит строку и печатает: [HH:MM] from: body (id=msg_id).

1.9 Примеры работы

- Два клиента (Alice, Bob). SEND → Bob — немедленное получение.
- Alice отправляет SCHEDULE → Carol, Carol регистрируется позже — доставка по времени.
- Сервер рестартует, очередь сохранена на диске, доставка продолжается.

1.10 Замечания по безопасности

- FIFO в /tmp уязвимы к подмене; для учебного проекта допустимо;
- Для защиты очереди сообщений применять mutex или файл-lock (flock).

1.11 Выводы

Прототип удовлетворяет требованиям: регистрация по логину, отправка/приём сообщений в реальном времени, поддержка отложенных сообщений, сохранение очередей на сервере и доставка при выходе отправителя. Использование именованных FIFO позволило реализовать обмен без сокетов, соблюдая условие задания.