

Московский Авиационный Институт

(Национальный Исследовательский Университет)

Институт №8 “Компьютерные науки и прикладная математика”

Кафедра №806 “Вычислительная математика и программирование”

Курсовой проект по курсу
«Операционные системы»

Группа: М8О-209БВ-24

Студент: Лисов Д.С.

Преподаватель: Миронов Е.С.

Оценка: _____

Дата: 4.12.25

Москва, 2025

Постановка задачи

Вариант 26.

- Клиент-серверная система для передачи мгновенных сообщений. Базовый функционал должен быть следующим:
- Клиент может присоединиться к серверу, введя логин
- Клиент может отправить сообщение другому клиенту по его логину
- Клиент в реальном времени принимает сообщения от других клиентов
- Необходимо предусмотреть возможность хранения истории переписок (на сервере) и поиска по ним. Связь между сервером и клиентом должна быть реализована при помощи очередей сообщений

Общий метод и алгоритм решения

Использованные системные вызовы:

- `int socket(int domain, int type, int protocol);` - создаёт точку для сетевого соединения (сокет)
- `int bind(int sockfd, const struct sockaddr *addr, socklen_t addrlen);` - привязывает сокет к конкретному IP-адресу и порту
- `int listen(int sockfd, int backlog);` - переводит сокет в режим прослушивания входящих соединений
- `int accept(int sockfd, struct sockaddr *addr, socklen_t *addrlen);` - принимает входящее соединение, создаёт новый сокет для сообщений
- `int connect(int sockfd, const struct sockaddr *addr, socklen_t addrlen);` - подключается к удалённому серверу.
- `ssize_t send(int sockfd, const void* buf, size_t len, int flags); / ssize_t recv(int sockfd, void* buf, size_t len, int flags);` - отправка и приём данных через сокет
- `int close(int fd);` - закрывает файловый дескриптор (сокет в данном случае тоже)
- `int shutdown(int sockfd, int how);` - частичное закрытие соединения
- `int setsockopt(int sockfd, int level, int optname, const void* optval, socklen_t optlen);` - установка параметров сокета
- `getsockopt(int sockfd, int level, int optname, void *optval, socklen_t *optlen);` - получение параметров сокета
- `int ftruncate(int fd, off_t length);` - изменяет размер файла до указанной длины
- `void *mmap(void *addr, size_t length, int prot, int flags, int fd, off_t offset); / int munmap(void *addr, size_t length);` - отображает файл в память для быстрого доступа
- `int pthread_create(pthread_t thread, const pthread_attr_t *attr, void *(*start_routine) (void *), void *arg);` - создаёт новый поток
- `int pthread_join(pthread_t thread, void **retval);` - ожидает завершения указанного потока
- `int pthread_mutex_init(pthread_mutex_t *mutex, const pthread_mutexattr_t *attr); / int pthread_mutex_lock(pthread_mutex_t *mutex); / int pthread_mutex_unlock(pthread_mutex_t *mutex);` - работа с мьютексами

- `pthread_cond_init()` / `pthread_cond_destroy()` - инициализация/уничтожение условной переменной
- `pthread_cond_signal()` - сигнализация условной переменной
- `pthread_cond_wait()` - ожидание сигнала по условной переменной
- `int select(int nfds, fd_set *readfds, fd_set *writefds, fd_set *exceptfds, struct timeval *timeout);` - мониторинг нескольких файловых дескрипторов
- `time_t time(time_t *tloc)` — возвращает время в секундах
- `struct tm *localtime(const time_t *timep);` - преобразует Unix time в структуру с разбивкой по дате/времени
- `void *memset(void *s, int c, size_t n);` - заполняет область памяти указанным значением
- `void *memcpy(void *dest, const void *src, size_t n);` - копирует область памяти
- `char *inet_ntoa(struct in_addr in);` - преобразует IP-адрес в точечно-десятичную строку
- `int inet_pton(int af, const char *src, void *dst);` - преобразует строку с IP в бинарный формат
- `uint16_t htons(uint16_t hostshort);` / `uint16_t ntohs(uint16_t netshort);` - преобразует между сетевым (big-endian) и хостовым порядком байт

Как и указано в задании, клиент-серверная модель, где сервер является центральным узлом, а клиенты подключаются к нему через TCP-сокеты.

Серверная часть:

- Инициализация:
 1. Инициализация массива `struct Peer` для хранения информации о подключённых клиентах
 2. Инициализация очереди сообщений (`init_queue()`)
 3. Создание сокета сервера (`socket()`)
 4. Настройка адреса сервера и привязка сокета (`bind()`)
 5. Перевод сокета в режим прослушивания (`listen()`)
 6. Запуск потока доставки сообщений (`delivery_thread`)
- Основной цикл сервера:
 1. Ожидание подключений с использованием `select()`:
 - a. Мониторит сокет сервера и все клиентские сокеты
 - b. Таймаут в 1 секунду для периодической проверки статистики
 2. Принятие новых подключений (`accept()`):
 - a. Создание нового дескриптора сокета для клиента
 - b. Установка неблокирующего режима (`fcntl()` с `O_NONBLOCK`)
 - c. Добавление клиента в массив `peers` (`add_peer()`)
 - d. Создание отдельного потока для обработки клиента (`client_handler_thread`)

3. Обработка клиентов в отдельных потоках:
 - a. Приём сообщений от клиента (recv())
 - b. Валидация размера сообщения
 - c. Обработка команд (MSG_LOGIN, MSG_SEARCH, MSG_WHO, MSG_LOGOUT)
 - d. Обработка обычных сообщений (MSG_TEXT, MSG_PRIVATE)
 - e. Помещение всех сообщений в очередь (enqueue_message())
4. Поток доставки сообщений (delivery_thread):
 - a. Бесконечный цикл проверки каждые 100 мс
 - b. Для каждого аутентифицированного пользователя:
 1. Извлечение сообщений из очереди (dequeue_for_recipient())
 2. Отправка сообщений через сокет (send())
 - c. Обработка ошибок
5. Управление историей сообщений:
 - a. Сохранение всех сообщений в файл через file mapping (mmap())
 - b. Поиск по истории с фильтрацией по пользователю и ключевым словам

Клиентская часть:

- Инициализация:
 1. Создание сокета (socket())
 2. Установка неблокирующего режима (fcntl())
 3. Подключение к серверу (connect() с обработкой EINPROGRESS)
 4. Запуск потока приёма сообщений (receiver_thread)
- Основной цикл:
 1. Вывод приглашения для ввода («>»)
 2. Очистка строки для получения сообщений (clear_input_line())
- Парсинг команд пользователя:
 1. /login <username> - вход
 2. @username message — личное сообщение
 3. message — публичное сообщение
 4. /search <keyword> - поиск в истории
 5. /who — список пользователей онлайн

6. /logout — выход из системы
 7. /exit — завершение программы
 8. /help — справка по командам
- Формирование и отправка сообщений:
 1. Создание структуры Message с заполнением полей
 2. Отправка через сокет с повторными попытками при ошибках (send_message_safe())
 - Поток приёма сообщений (receiver_thread):
 1. Неблокирующий приём сообщений (recv()) с MSG_DONTWAIT)
 2. Обработка полученных сообщений:
 - a. Отображение с временной меткой
 - b. Разное форматирование для личных/публичных/серверных сообщений
 3. Обработка отключения сервера

Код программы

message_queue.h

```
#ifndef MESSAGE_QUEUE_H
#define MESSAGE_QUEUE_H

#include <pthread.h>
#include <time.h>
#include "common.h"

typedef struct QueuedMessage {
    MessageType type;
    char sender[USERNAME_LEN];
    char recipient[USERNAME_LEN];
    char content[BUFFER_SIZE];
    time_t timestamp;
    struct QueuedMessage* next;
} QueuedMessage;

typedef struct MessageQueue {
    QueuedMessage* head;
    QueuedMessage* tail;
    int count;
    pthread_mutex_t lock;
    pthread_cond_t cond;
} MessageQueue;
```

```

void init_queue(MessageQueue* queue);
int enqueue_message(MessageQueue* queue, MessageType type,
                    const char* sender, const char* recipient,
                    const char* content);
int dequeue_for_recipient(MessageQueue* queue, const char* recipient,
                          Message* output, int socket_fd);
void clear_queue(MessageQueue* queue);
void queue_stats(MessageQueue* queue);
QueuedMessage* peek_next_for_recipient(MessageQueue* queue, const char*
recipient);

```

```

#endif

```

message_queue.c

```

#include "message_queue.h"
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>
#include "common.h"
#include <unistd.h>
#include <time.h>
#include <sys/socket.h>

```

```

void init_queue(MessageQueue* queue) {
    queue->head = NULL;
    queue->tail = NULL;
    queue->count = 0;
    pthread_mutex_init(&queue->lock, NULL);
    pthread_cond_init(&queue->cond, NULL);
}

```

```

int enqueue_message(MessageQueue* queue, MessageType type,
                    const char* sender, const char* recipient,
                    const char* content) {

```

```

    pthread_mutex_lock(&queue->lock);

```

```

    if (queue->count >= MAX_QUEUE_SIZE) {
        pthread_mutex_unlock(&queue->lock);
        return -1;
    }

```

```

    QueuedMessage* msg = malloc(sizeof(QueuedMessage));
    if (msg == NULL) {
        pthread_mutex_unlock(&queue->lock);
        return -2;
    }

```

```

    msg->type = type;

```

```

    strncpy(msg->sender, sender, sizeof(msg->sender)-1);
    msg->sender[sizeof(msg->sender)-1] = '\0';

    strncpy(msg->recipient, recipient, sizeof(msg->recipient)-1);
    msg->recipient[sizeof(msg->recipient)-1] = '\0';

    strncpy(msg->content, content, sizeof(msg->content)-1);
    msg->content[sizeof(msg->content)-1] = '\0';

    msg->timestamp = time(NULL);
    msg->next = NULL;

    if (queue->tail == NULL) {
        queue->head = queue->tail = msg;
    } else {
        queue->tail->next = msg;
        queue->tail = msg;
    }

    queue->count++;

    pthread_cond_signal(&queue->cond);

    printf("[QUEUE] Сообщение добавлено в очередь: %s -> %s (тип: %d, всего: %d)\n",
           sender, recipient, type, queue->count);

    pthread_mutex_unlock(&queue->lock);
    return 0;
}

// Получение следующего сообщения для указанного получателя
int dequeue_for_recipient(MessageQueue* queue, const char* recipient,
                          Message* output, int socket_fd) {

    pthread_mutex_lock(&queue->lock);

    QueuedMessage* current = queue->head;
    QueuedMessage* prev = NULL;
    int found = 0;

    while (current != NULL) {
        if (strcmp(current->recipient, recipient) == 0) {
            // Нашли сообщение для получателя
            if (output != NULL) {
                output->type = current->type;
                strncpy(output->sender, current->sender, USERNAME_LEN);
                strncpy(output->recipient, current->recipient, USERNAME_LEN);
            }
        }
        prev = current;
        current = current->next;
    }

    if (prev != NULL) {
        prev->next = NULL;
    }

    pthread_mutex_unlock(&queue->lock);
}

```

```

        strncpy(output->content, current->content, BUFFER_SIZE);
        output->timestamp = current->timestamp;
    }

    QueuedMessage* to_free = current;

    if (prev == NULL) {
        queue->head = current->next;
    } else {
        prev->next = current->next;
    }

    if (current == queue->tail) {
        queue->tail = prev;
    }

    current = current->next;
    free(to_free);
    queue->count--;

    found = 1;
    break;
}

prev = current;
current = current->next;
}

pthread_mutex_unlock(&queue->lock);
return found;
}

QueuedMessage* peek_next_for_recipient(MessageQueue* queue, const char*
recipient) {
    pthread_mutex_lock(&queue->lock);

    QueuedMessage* current = queue->head;
    while (current != NULL) {
        if (strcmp(current->recipient, recipient) == 0) {
            pthread_mutex_unlock(&queue->lock);
            return current;
        }
        current = current->next;
    }

    pthread_mutex_unlock(&queue->lock);
    return NULL;
}

```



```

void clear_queue(MessageQueue* queue) {
    pthread_mutex_lock(&queue->lock);

    QueuedMessage* current = queue->head;
    while (current != NULL) {
        QueuedMessage* next = current->next;
        free(current);
        current = next;
    }

    queue->head = NULL;
    queue->tail = NULL;
    queue->count = 0;

    pthread_mutex_unlock(&queue->lock);
}

void queue_stats(MessageQueue* queue) {
    pthread_mutex_lock(&queue->lock);

    printf("=== Статистика очереди ===\n");
    printf("Всего сообщений в очереди: %d\n", queue->count);

    QueuedMessage* current = queue->head;
    while (current != NULL) {
        int count_for_user = 0;
        QueuedMessage* temp = queue->head;

        while (temp != NULL) {
            if (strcmp(temp->recipient, current->recipient) == 0) {
                count_for_user++;
            }
            temp = temp->next;
        }

        printf(" Для %s: %d сообщений\n", current->recipient, count_for_user);

        while (current->next != NULL &&
            strcmp(current->next->recipient, current->recipient) == 0) {
            current = current->next;
        }
        current = current->next;
    }

    pthread_mutex_unlock(&queue->lock);
}

```

server.c

```
#include <stdio.h>
```

```
#include <stdlib.h>
#include <string.h>
#include <unistd.h>
#include <sys/types.h>
#include <sys/socket.h>
#include <netinet/in.h>
#include <pthread.h>
#include <time.h>
#include <sys/select.h>
#include <sys/mman.h>
#include <fcntl.h>
#include <arpa/inet.h>
#include <errno.h>
#include "common.h"
#include "message_queue.h"
```

```
#define HISTORY_FILE "chat_history.dat"
#define MAX_HISTORY_SIZE (10 * 1024 * 1024)
```

```
struct Peer {
    char username[USERNAME_LEN];
    int socket_fd;
    int is_authenticated;
    int should_exit;
    struct sockaddr_in address;
};
```

```
struct Peer peers[MAX_PEERS];
int peer_count = 0;
struct MessageQueue message_queue;
pthread_mutex_t peers_mutex = PTHREAD_MUTEX_INITIALIZER;
```

```
struct Peer* find_peer_by_username(const char* username) {
    for (int i = 0; i < MAX_PEERS; ++i) {
        if (peers[i].socket_fd != -1 &&
            strcmp(peers[i].username, username) == 0) {
            return &peers[i];
        }
    }
    return NULL;
}
```

```
struct Peer* find_peer_by_socket(int socket_fd) {
    for (int i = 0; i < MAX_PEERS; ++i) {
        if (peers[i].socket_fd != -1 && peers[i].socket_fd == socket_fd) {
            return &peers[i];
        }
    }
}
```

```

    }
    return NULL;
}

struct Peer* add_peer(int socket_fd, struct sockaddr_in* addr) {
    pthread_mutex_lock(&peers_mutex);

    for (int i = 0; i < MAX_PEERS; ++i) {
        if (peers[i].socket_fd == -1) {
            peers[i].socket_fd = socket_fd;
            if (addr != NULL) {
                peers[i].address = *addr;
            }
            peers[i].username[0] = '\0';
            peers[i].is_authenticated = 0;
            peers[i].should_exit = 0;
            ++peer_count;

            printf("[SERVER] Добавлен новый пир: socket=%d, всего: %d\n",
                socket_fd, peer_count);
            pthread_mutex_unlock(&peers_mutex);
            return &peers[i];
        }
    }

    pthread_mutex_unlock(&peers_mutex);
    return NULL;
}

void remove_peer(int socket_fd) {
    pthread_mutex_lock(&peers_mutex);

    struct Peer* peer = find_peer_by_socket(socket_fd);
    if (peer != NULL) {
        printf("[SERVER] Удаляем пипа: %s (socket: %d)\n",
            peer->username, peer->socket_fd);
        peer->socket_fd = -1;
        peer->username[0] = '\0';
        peer->is_authenticated = 0;
        peer->should_exit = 1;
        --peer_count;
    }

    pthread_mutex_unlock(&peers_mutex);
}

void save_message_to_history(const char* sender, const char* recipient, const
char* message) {

```

```

int fd = open(HISTORY_FILE, O_RDWR | O_CREAT, 0644);
if (fd < 0) {
    perror("Ошибка открытия файла истории");
    return;
}

if (ftruncate(fd, MAX_HISTORY_SIZE) < 0) {
    perror("Ошибка ftruncate");
    close(fd);
    return;
}

void *map = mmap(NULL, MAX_HISTORY_SIZE, PROT_READ | PROT_WRITE,
MAP_SHARED, fd, 0);
if (map == MAP_FAILED) {
    perror("Ошибка mmap");
    close(fd);
    return;
}

char *end = map;
while (end < (char*)map + MAX_HISTORY_SIZE - 1 && *end != '\0') {
    end++;
}

char entry[BUFFER_SIZE * 2];
time_t now = time(NULL);
struct tm* tm_info = localtime(&now);

strftime(entry, sizeof(entry), "[%Y-%m-%d %H:%M:%S] ", tm_info);
strcat(entry, sender);
strcat(entry, " -> ");
strcat(entry, recipient);
strcat(entry, ": ");
strcat(entry, message);
strcat(entry, "\n");

size_t entry_len = strlen(entry);
if ((end + entry_len) < (char*)map + MAX_HISTORY_SIZE) {
    strcpy(end, entry);
} else {
    printf("[HISTORY] История переполнена, не могу сохранить сообщение\n");
}

munmap(map, MAX_HISTORY_SIZE);
close(fd);
}

void search_in_history(int fd, const char* username, const char* keyword) {

```

```

FILE *history_file = fopen(HISTORY_FILE, "r");

Message response;
memset(&response, 0, sizeof(Message));
response.type = MSG_TEXT;
strncpy(response.sender, "SERVER", USERNAME_LEN);
response.timestamp = time(NULL);

if (history_file == NULL) {
    strncpy(response.content, "История сообщений пуста или файл не найден",
BUFFER_SIZE);
    enqueue_message(&message_queue, MSG_TEXT, "SERVER", username,
response.content);
    return;
}

char found_messages[BUFFER_SIZE] = "";
char line[BUFFER_SIZE * 2];
int found_count = 0;
int total_messages = 0;

printf("[SEARCH] Поиск для пользователя '%s' по ключевому слову '%s'\n",
username, keyword);

while (fgets(line, sizeof(line), history_file) != NULL) {
    total_messages++;
    line[strcspn(line, "\n")] = '\0';

    int is_user_related = 0;

    char sender_pattern[USERNAME_LEN + 10];
    snprintf(sender_pattern, sizeof(sender_pattern), "] %s -> ", username);

    char recipient_pattern[USERNAME_LEN + 10];
    snprintf(recipient_pattern, sizeof(recipient_pattern), " -> %s: ",
username);

    if (strstr(line, sender_pattern) != NULL ||
        strstr(line, recipient_pattern) != NULL) {
        is_user_related = 1;
    }

    if (is_user_related &&
        (keyword[0] == '\0' || strstr(line, keyword) != NULL)) {
        found_count++;

        char temp[BUFFER_SIZE * 2];
        if (found_count <= 20) {
            snprintf(temp, sizeof(temp), "%d. %s\n", found_count, line);

            if (strlen(found_messages) + strlen(temp) <
sizeof(found_messages)) {

```

```

        strlen(found_messages) - 1),
        } else {
            strncat(found_messages, "... (ещё сообщения не помещаются)\n",
                sizeof(found_messages) - strlen(found_messages) - 1);
            break;
        }
    }
}

fclose(history_file);

char result[BUFFER_SIZE];
if (keyword[0] == '\0') {
    if (found_count == 0) {
        snprintf(result, sizeof(result),
            "В вашей истории нет сообщений\n"
            "Всего проверено сообщений: %d", total_messages);
    } else {
        snprintf(result, sizeof(result),
            "=== Ваша история сообщений (%d из %d найдено) ===\n%s"
            "=====",
            found_count, total_messages, found_messages);
    }
} else {
    if (found_count == 0) {
        snprintf(result, sizeof(result),
            "По запросу '%s' ничего не найдено\n"
            "Проверено %d сообщений", keyword, total_messages);
    } else {
        snprintf(result, sizeof(result),
            "=== Результаты поиска '%s' (%d из %d найдено) ===\n%s"
            "=====",
            keyword, found_count, total_messages, found_messages);
    }
}

strncpy(response.content, result, BUFFER_SIZE);
enqueue_message(&message_queue, MSG_TEXT, "SERVER", username,
    response.content);

printf("[SEARCH] Найдено %d сообщений для пользователя '%s'\n",
    found_count, username);
}

void* delivery_thread(void* arg) {
    printf("[DELIVERY] Поток доставки запущен\n");

    while (1) {

```

```

pthread_mutex_lock(&peers_mutex);

for (int i = 0; i < MAX_PEERS; i++) {
    if (peers[i].socket_fd != -1 &&
        peers[i].is_authenticated &&
        !peers[i].should_exit) {

        Message msg;
        memset(&msg, 0, sizeof(Message));

        while (dequeue_for_recipient(&message_queue, peers[i].username,
            &msg, peers[i].socket_fd)) {
            printf("[DELIVERY] Доставляем сообщение для %s от %s: %s\n",
                peers[i].username, msg.sender, msg.content);

            if (send(peers[i].socket_fd, &msg, sizeof(Message), 0) < 0)
                if (errno == EPIPE || errno == ECONNRESET) {
                    printf("[DELIVERY] Соединение с %s разорвано\n",
                        peers[i].username);
                    peers[i].should_exit = 1;
                } else {
                    printf("[DELIVERY] Ошибка отправки для %s: %s\n",
                        peers[i].username, strerror(errno));
                }
                break;
            }

            memset(&msg, 0, sizeof(Message));
        }
    }
}

pthread_mutex_unlock(&peers_mutex);
usleep(100000);
}

return NULL;
}

void* client_handler_thread(void* arg) {
    int client_fd = *(int*)arg;
    free(arg);

    printf("[HANDLER] Обработчик запущен для fd=%d\n", client_fd);

    struct Peer* peer = NULL;

    while (1) {
        Message msg;

```

```

memset(&msg, 0, sizeof(Message));

int bytes = recv(client_fd, &msg, sizeof(Message), 0);

if (bytes <= 0) {
    if (bytes < 0 && (errno == EAGAIN || errno == EWOULDBLOCK)) {
        usleep(50000);
        continue;
    }

    printf("[HANDLER] Клиент %d отключился (ошибка: %s)\n",
           client_fd, strerror(errno));
    remove_peer(client_fd);
    close(client_fd);
    break;
}

if (bytes != sizeof(Message)) {
n",      printf("[HANDLER] Некорректный размер сообщения от fd=%d: %d байт\
           client_fd, bytes);
    continue;
}

peer = find_peer_by_socket(client_fd);

if (msg.type == MSG_LOGIN || msg.type == MSG_SEARCH ||
    msg.type == MSG_WHO || msg.type == MSG_LOGOUT) {

client_fd); printf("[HANDLER] Команда типа %d от fd=%d\n", msg.type,

    if (msg.type == MSG_LOGIN) {
        if (peer == NULL) {
            peer = add_peer(client_fd, NULL);
        }

        pthread_mutex_lock(&peers_mutex);

        struct Peer* existing = find_peer_by_username(msg.content);
        if (existing != NULL && existing->socket_fd != client_fd) {
NEW_USER",      enqueue_message(&message_queue, MSG_TEXT, "SERVER",
                               "Имя уже занято");
        pthread_mutex_unlock(&peers_mutex);
        continue;
    }

    strncpy(peer->username, msg.content, USERNAME_LEN);
    peer->is_authenticated = 1;
    peer->should_exit = 0;

```



```

n",                printf("[HANDLER] Пользователь %s вошёл в систему (socket: %d)\n",
                    peer->username, client_fd);

>username,        enqueue_message(&message_queue, MSG_TEXT, "SERVER", peer->
                    "Добро пожаловать в чат! Сообщения доставляются
через очередь.");

                    pthread_mutex_unlock(&peers_mutex);
                }
                else if (msg.type == MSG_SEARCH) {
                    if (peer == NULL || !peer->is_authenticated) {
                        enqueue_message(&message_queue, MSG_TEXT, "SERVER",
"NEW_USER",        "Сначала выполните /login");
                        continue;
                    }
                    search_in_history(client_fd, peer->username, msg.content);
                }
                else if (msg.type == MSG_WHO) {
                    if (peer == NULL || !peer->is_authenticated) {
                        enqueue_message(&message_queue, MSG_TEXT, "SERVER",
"NEW_USER",        "Сначала выполните /login");
                        continue;
                    }

                    pthread_mutex_lock(&peers_mutex);
                    char user_list[BUFFER_SIZE] = "Пользователи онлайн: ";
                    int count = 0;

                    for (int i = 0; i < MAX_PEERS; i++) {
                        if (peers[i].socket_fd != -1 && peers[i].is_authenticated)
                        {
                            if (count > 0) {
                                strlen(user_list) - 1);          strcat(user_list, ", ", sizeof(user_list) -
                                }
                                - strlen(user_list) - 1);        strcat(user_list, peers[i].username, sizeof(user_list)
                                count++;
                            }
                        }

                        if (count == 0) {
                            sizeof(user_list));                 strncpy(user_list, "Нет пользователей онлайн",
                                }
                            }

                            enqueue_message(&message_queue, MSG_TEXT, "SERVER", peer->
                            >username, user_list);
                            pthread_mutex_unlock(&peers_mutex);
                        }

```

```

        else if (msg.type == MSG_LOGOUT) {
            if (peer != NULL) {
                enqueue_message(&message_queue, MSG_TEXT, "SERVER", peer-
>username,
                                "Вы вышли из системы");
                remove_peer(client_fd);
            }
        }
    }
    else {
        if (peer == NULL || !peer->is_authenticated) {
            enqueue_message(&message_queue, MSG_TEXT, "SERVER", "NEW_USER",
                                "Сначала выполните /login <имя>");
            continue;
        }

        strncpy(msg.sender, peer->username, USERNAME_LEN);
        msg.timestamp = time(NULL);

        if (msg.type == MSG_PRIVATE) {
            printf("[HANDLER] Личное сообщение: %s -> %s: %s\n",
                    peer->username, msg.recipient, msg.content);

msg.content);    save_message_to_history(peer->username, msg.recipient,

                    enqueue_message(&message_queue, MSG_PRIVATE, peer->username,
                                    msg.recipient, msg.content);

>username,        enqueue_message(&message_queue, MSG_TEXT, "SERVER", peer-
                                "Личное сообщение помещено в очередь доставки");
        }
        else if (msg.type == MSG_TEXT) {
            printf("[HANDLER] Публичное сообщение от %s: %s\n",
                    peer->username, msg.content);

            save_message_to_history(peer->username, "ALL", msg.content);

            pthread_mutex_lock(&peers_mutex);
            for (int i = 0; i < MAX_PEERS; i++) {
                if (peers[i].socket_fd != -1 &&
                    peers[i].is_authenticated &&
                    peers[i].socket_fd != client_fd) {
>username,        enqueue_message(&message_queue, MSG_TEXT, peer-
                                peers[i].username, msg.content);
                }
            }
            pthread_mutex_unlock(&peers_mutex);

```

```

>username,      enqueue_message(&message_queue, MSG_TEXT, "SERVER", peer-
                                "Публичное сообщение разослано");
    }
}

printf("[HANDLER] Обработчик завершен для fd=%d\n", client_fd);
return NULL;
}

```

```

void cleanup_server() {
    printf("[SERVER] Очистка ресурсов...\n");

    pthread_mutex_lock(&peers_mutex);

    for (int i = 0; i < MAX_PEERS; i++) {
        if (peers[i].socket_fd != -1) {
            close(peers[i].socket_fd);
            peers[i].socket_fd = -1;
        }
    }

    clear_queue(&message_queue);

    pthread_mutex_unlock(&peers_mutex);

    printf("[SERVER] Очистка завершена\n");
}

```

```

int main() {
    printf("=== Сервер с архитектурой на основе очереди сообщений ===\n");
    printf("Инициализация...\n");

    for (int i = 0; i < MAX_PEERS; ++i) {
        peers[i].socket_fd = -1;
        peers[i].should_exit = 0;
    }

    init_queue(&message_queue);

    int server_fd = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0);
    if (server_fd < 0) {
        perror("Ошибка создания сокета");
        exit(EXIT_FAILURE);
    }

    int opt = 1;

```

```

{   if (setsockopt(server_fd, SOL_SOCKET, SO_REUSEADDR, &opt, sizeof(opt)) < 0)
        perror("Ошибка setsockopt");
        close(server_fd);
        exit(EXIT_FAILURE);
}

struct sockaddr_in server_addr;
server_addr.sin_family = AF_INET;
server_addr.sin_port = htons(PORT);
server_addr.sin_addr.s_addr = INADDR_ANY;

0) {if (bind(server_fd, (struct sockaddr*)&server_addr, sizeof(server_addr)) <
        perror("Ошибка привязки сокета");
        close(server_fd);
        exit(EXIT_FAILURE);
}

if (listen(server_fd, 10) < 0) {
        perror("Ошибка прослушивания");
        close(server_fd);
        exit(EXIT_FAILURE);
}

printf("Сервер запущен на порту %d\n", PORT);
printf("Ожидание подключений...\n");

pthread_t delivery_tid;
if (pthread_create(&delivery_tid, NULL, delivery_thread, NULL) != 0) {
        perror("Ошибка создания потока доставки");
        cleanup_server();
        close(server_fd);
        exit(EXIT_FAILURE);
}

pthread_detach(delivery_tid);

struct timeval timeout;
timeout.tv_sec = 1;
timeout.tv_usec = 0;

fd_set read_fds;
int max_fd = server_fd;

while (1) {
        FD_ZERO(&read_fds);
        FD_SET(server_fd, &read_fds);

        pthread_mutex_lock(&peers_mutex);

```

```

for (int i = 0; i < MAX_PEERS; i++) {
    if (peers[i].socket_fd != -1) {
        FD_SET(peers[i].socket_fd, &read_fds);
        if (peers[i].socket_fd > max_fd) {
            max_fd = peers[i].socket_fd;
        }
    }
}

pthread_mutex_unlock(&peers_mutex);

int ready = select(max_fd + 1, &read_fds, NULL, NULL, &timeout);

if (ready < 0) {
    if (errno == EINTR) continue;
    perror("Ошибка select");
    break;
}

if (ready == 0) {
    static time_t last_stats = 0;
    time_t now = time(NULL);
    if (now - last_stats >= 30) {
        printf("\n=== Статистика сервера ===\n");
        printf("Подключено пользователей: %d\n", peer_count);
        queue_stats(&message_queue);
        printf("=====\n\n");
        last_stats = now;
    }
    continue;
}

if (FD_ISSET(server_fd, &read_fds)) {
    struct sockaddr_in client_addr;
    socklen_t addr_len = sizeof(client_addr);

&addr_len); int client_fd = accept(server_fd, (struct sockaddr*)&client_addr,
    if (client_fd >= 0) {
        printf("[MAIN] Новое подключение: fd=%d, IP=%s:%d\n",
            client_fd, inet_ntoa(client_addr.sin_addr),
            ntohs(client_addr.sin_port));

        int flags = fcntl(client_fd, F_GETFL, 0);
        fcntl(client_fd, F_SETFL, flags | O_NONBLOCK);

        add_peer(client_fd, &client_addr);

        pthread_t handler_tid;
        int* client_fd_ptr = malloc(sizeof(int));

```

```

        *client_fd_ptr = client_fd;

client_fd_ptr) != 0){pthread_create(&handler_tid, NULL, client_handler_thread,
        perror("Ошибка создания обработчика");
        free(client_fd_ptr);
        remove_peer(client_fd);
        close(client_fd);
    } else {
        pthread_detach(handler_tid);

"NEW_USER",          enqueue_message(&message_queue, MSG_TEXT, "SERVER",
для входа");          "Добро пожаловать! Используйте /login <имя>

    }
}
}
}

cleanup_server();
close(server_fd);

printf("[SERVER] Сервер завершил работу\n");
return 0;
}

```

client.c

```

#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>
#include <unistd.h>
#include <sys/types.h>
#include <sys/socket.h>
#include <netinet/in.h>
#include <pthread.h>
#include <arpa/inet.h>
#include <time.h>
#include <errno.h>
#include <fcntl.h>
#include "common.h"

#define SERVER_IP "127.0.0.1"

volatile int running = 1;
int sock = 0;
pthread_mutex_t display_mutex = PTHREAD_MUTEX_INITIALIZER;
char current_username[USERNAME_LEN] = "";

void clear_input_line() {
    printf("\r\033[K");
}

```

```

        fflush(stdout);
    }

void print_message(const Message* msg) {
    char timestamp_str[20];
    struct tm* tm_info = localtime(&msg->timestamp);
    strftime(timestamp_str, sizeof(timestamp_str), "%H:%M:%S", tm_info);

    if (msg->type == MSG_PRIVATE) {
        if (strcmp(msg->sender, current_username) == 0) {
            printf("[%s] Вы -> %s: %s\n", timestamp_str, msg->recipient, msg->content);
        } else {
            printf("[%s] ЛС от %s: %s\n", timestamp_str, msg->sender, msg->content);
        }
    } else if (strcmp(msg->sender, "SERVER") == 0) {
        printf("[%s] \033[1;36m[Сервер]:\033[0m %s\n", timestamp_str, msg->content);
    } else {
        printf("[%s] %s: %s\n", timestamp_str, msg->sender, msg->content);
    }
}

void* receiver_thread(void* arg) {
    Message msg;
    int consecutive_errors = 0;
    int first_message = 1;

    printf("[Приемник] Поток запущен\n");

    while (running) {
        memset(&msg, 0, sizeof(Message));

        int bytes = recv(sock, &msg, sizeof(Message), MSG_DONTWAIT);

        if (bytes > 0) {
            if (bytes == sizeof(Message)) {
                pthread_mutex_lock(&display_mutex);

                if (!first_message) {
                    clear_input_line();
                }
                first_message = 0;

                print_message(&msg);

                printf("> ");
                fflush(stdout);
            }
        }
    }
}

```

```

        pthread_mutex_unlock(&display_mutex);

        consecutive_errors = 0;
    } else {
bytes);        printf("[Приемник] Некорректный размер сообщения: %d байт\n",
                consecutive_errors++);
    }
} else if (bytes == 0) {
    pthread_mutex_lock(&display_mutex);
    if (!first_message) {
        clear_input_line();
    }
    printf("\n\033[1;31m[Система] Сервер отключился\033[0m\n");
    pthread_mutex_unlock(&display_mutex);
    running = 0;
    break;
} else {
    if (errno != EAGAIN && errno != EWOULDBLOCK) {
        consecutive_errors++;
        if (consecutive_errors > 10) {
            printf("[Приемник] Слишком много ошибок, завершение\n");
            running = 0;
            break;
        }
    }
}

    usleep(50000);
}

printf("[Приемник] Поток завершен\n");
return NULL;
}

int send_message_safe(Message* msg) {
    int attempts = 0;

    while (attempts < 3 && running) {
        if (send(sock, msg, sizeof(Message), 0) < 0) {
            printf("[Клиент] Ошибка отправки (попытка %d): %s\n",
                    attempts + 1, strerror(errno));
            attempts++;
            sleep(1);
        } else {
            return 1;
        }
    }
}

```



```

        return 0;
    }

void print_welcome() {
    pthread_mutex_lock(&display_mutex);
    printf("\n\033[1;35m=== Система обмена сообщениями (Очередная версия) ===\n");
    printf("\033[1;33mКоманды:\033[0m\n");
    printf(" \033[1;32m/login <имя>\033[0m      - войти в систему\n");
    printf(" \033[1;32m/@<имя> <текст>\033[0m      - личное сообщение\n");
    printf(" \033[1;32m/search <слово>\033[0m      - поиск по истории\n");
    printf(" \033[1;32m/who\033[0m                - список пользователей онлайн\n");
    printf(" \033[1;32m/logout\033[0m                - выйти из системы\n");
    printf(" \033[1;32m/exit\033[0m                - завершить программу\n");
    printf(" \033[1;32m/help\033[0m                - показать это сообщение\n\n");
    pthread_mutex_unlock(&display_mutex);
}

void print_help() {
    pthread_mutex_lock(&display_mutex);
    clear_input_line();
    printf("\n\033[1;33mСправка по командам:\033[0m\n");
    printf(" \033[1;32m/login username\033[0m      - Войти под указанным именем\n");
    printf(" \033[1;32m/@username текст\033[0m      - Отправить личное сообщение\n");
    printf(" \033[1;32m/Простой текст\033[0m        - Отправить сообщение всем\n");
    printf(" \033[1;32m/search слово\033[0m          - Поиск в истории сообщений\n");
    printf(" \033[1;32m/search\033[0m                - Показать всю историю\n");
    printf(" \033[1;32m/who\033[0m                    - Кто онлайн\n");
    printf(" \033[1;32m/logout\033[0m                - Выйти из системы\n");
    printf(" \033[1;32m/exit\033[0m                - Завершить программу\n");
    printf(" \033[1;32m/help\033[0m                - Показать справку\n\n");
    printf("> ");
    fflush(stdout);
    pthread_mutex_unlock(&display_mutex);
}

int connect_to_server() {
    struct sockaddr_in serv_addr;

    sock = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0);
    if (sock < 0) {
        printf("[Клиент] Ошибка создания сокета: %s\n", strerror(errno));
        return 0;
    }

    int flags = fcntl(sock, F_GETFL, 0);
    fcntl(sock, F_SETFL, flags | O_NONBLOCK);

```

```

serv_addr.sin_family = AF_INET;
serv_addr.sin_port = htons(PORT);

if (inet_pton(AF_INET, SERVER_IP, &serv_addr.sin_addr) <= 0) {
    printf("[Клиент] Неверный адрес сервера\n");
    close(sock);
    return 0;
}

printf("[Клиент] Подключение к серверу %s:%d...\n", SERVER_IP, PORT);

int connect_result = connect(sock, (struct sockaddr*)&serv_addr,
sizeof(serv_addr));
if (connect_result < 0 && errno != EINPROGRESS) {
    printf("[Клиент] Не удалось подключиться: %s\n", strerror(errno));
    close(sock);
    return 0;
}

fd_set write_fds;
struct timeval timeout;

FD_ZERO(&write_fds);
FD_SET(sock, &write_fds);
timeout.tv_sec = 5;
timeout.tv_usec = 0;

int select_result = select(sock + 1, NULL, &write_fds, NULL, &timeout);

if (select_result <= 0) {
    printf("[Клиент] Таймаут подключения\n");
    close(sock);
    return 0;
}

int so_error;
socklen_t len = sizeof(so_error);
getsockopt(sock, SOL_SOCKET, SO_ERROR, &so_error, &len);

if (so_error != 0) {
    printf("[Клиент] Ошибка подключения: %s\n", strerror(so_error));
    close(sock);
    return 0;
}

flags = fcntl(sock, F_GETFL, 0);
fcntl(sock, F_SETFL, flags & ~O_NONBLOCK);

```

```

        printf("[Клиент] Подключение успешно!\n");
        return 1;
    }

int main() {
    printf("[Клиент] Запуск клиента...\n");

    if (!connect_to_server()) {
        return 1;
    }

    pthread_t thread;
    if (pthread_create(&thread, NULL, receiver_thread, NULL) != 0) {
        printf("[Клиент] Ошибка создания потока приема\n");
        close(sock);
        return 1;
    }

    print_welcome();

    char input[BUFFER_SIZE];
    int logged_in = 0;
    int first_input = 1;

    while (running) {
        if (first_input) {
            first_input = 0;
        } else {
            pthread_mutex_lock(&display_mutex);
            printf("> ");
            fflush(stdout);
            pthread_mutex_unlock(&display_mutex);
        }

        if (!fgets(input, sizeof(input), stdin)) {
            if (feof(stdin)) {
                printf("\n[Клиент] Конец ввода\n");
                running = 0;
            }
            break;
        }

        input[strcspn(input, "\n")] = '\0';

        if (strlen(input) == 0) {
            continue;
        }
    }
}

```

```

Message msg;
memset(&msg, 0, sizeof(Message));
msg.timestamp = time(NULL);

if (strcmp(input, "/exit") == 0) {
    printf("[Клиент] Завершаю работу...\n");

    if (logged_in) {
        Message logout_msg;
        memset(&logout_msg, 0, sizeof(Message));
        logout_msg.type = MSG_LOGOUT;
        logout_msg.timestamp = time(NULL);
        strncpy(logout_msg.sender, current_username, USERNAME_LEN);
        send_message_safe(&logout_msg);
        usleep(100000);
    }

    running = 0;
    break;
}
else if (strcmp(input, "/help") == 0) {
    print_help();
    continue;
}
else if (strncmp(input, "/login ", 7) == 0) {
    if (logged_in) {
        printf("[Клиент] Вы уже вошли как %s. Используйте /logout
сначала.\n", current_username);
        continue;
    }

    char* username = input + 7;
    if (strlen(username) == 0) {
        printf("[Клиент] Укажите имя пользователя: /login имя\n");
        continue;
    }

    if (strlen(username) >= USERNAME_LEN) {
        printf("[Клиент] Слишком длинное имя пользователя (макс %d
символов)\n", USERNAME_LEN - 1);
        continue;
    }

    msg.type = MSG_LOGIN;
    strncpy(msg.content, username, sizeof(msg.content)-1);

    if (send_message_safe(&msg)) {
        strncpy(current_username, username, sizeof(current_username)-
1);

```

```

        logged_in = 1;
        printf("[Клиент] Запрос на вход как '%s' отправлен\n",
current_username);
    }
}
else if (input[0] == '@') {
    if (!logged_in) {
        printf("[Клиент] Сначала выполните /login\n");
        continue;
    }

    msg.type = MSG_PRIVATE;
    strncpy(msg.sender, current_username, USERNAME_LEN);

    char* space = strchr(input, ' ');
    if (space != NULL) {
        size_t recipient_len = space - input - 1;
        if (recipient_len >= USERNAME_LEN || recipient_len == 0) {
            printf("[Клиент] Неверное имя получателя\n");
            continue;
        }

        strncpy(msg.recipient, input + 1, recipient_len);
        msg.recipient[recipient_len] = '\0';

        if (strcmp(msg.recipient, current_username) == 0) {
n");
            printf("[Клиент] Нельзя отправить сообщение самому себе\n");
            continue;
        }

        strncpy(msg.content, space + 1, sizeof(msg.content)-1);

        if (strlen(msg.content) == 0) {
            printf("[Клиент] Сообщение не может быть пустым\n");
            continue;
        }

        if (send_message_safe(&msg)) {
очередь\n",
            printf("[Клиент] Личное сообщение для '%s' отправлено в
                msg.recipient);
            }
        } else {
            printf("[Клиент] Формат: @имя сообщение\n");
        }
    }
}
else if (strncmp(input, "/search ", 8) == 0) {
    if (!logged_in) {
        printf("[Клиент] Сначала выполните /login\n");
        continue;
    }
}

```

```

    }

    msg.type = MSG_SEARCH;
    strncpy(msg.content, input + 8, sizeof(msg.content)-1);
    strncpy(msg.sender, current_username, USERNAME_LEN);

    if (send_message_safe(&msg)) {
        printf("[Клиент] Запрос поиска отправлен\n");
    }
}

else if (strcmp(input, "/search") == 0) {
    if (!logged_in) {
        printf("[Клиент] Сначала выполните /login\n");
        continue;
    }

    msg.type = MSG_SEARCH;
    msg.content[0] = '\0';
    strncpy(msg.sender, current_username, USERNAME_LEN);

    if (send_message_safe(&msg)) {
        printf("[Клиент] Запрос всей истории отправлен\n");
    }
}

else if (strcmp(input, "/who") == 0) {
    if (!logged_in) {
        printf("[Клиент] Сначала выполните /login\n");
        continue;
    }

    msg.type = MSG_WHO;
    strncpy(msg.sender, current_username, USERNAME_LEN);

    if (send_message_safe(&msg)) {
        printf("[Клиент] Запрос списка пользователей отправлен\n");
    }
}

else if (strcmp(input, "/logout") == 0) {
    if (!logged_in) {
        printf("[Клиент] Вы не вошли в систему\n");
        continue;
    }

    msg.type = MSG_LOGOUT;
    strncpy(msg.sender, current_username, USERNAME_LEN);

    if (send_message_safe(&msg)) {
        printf("[Клиент] Запрос выхода отправлен\n");
        logged_in = 0;
    }
}

```

```

        current_username[0] = '\0';
    }
}
else if (input[0] == '/') {
команд.\n");printf("[Клиент] Неизвестная команда. Используйте /help для списка
}
else {
    if (!logged_in) {
        printf("[Клиент] Сначала выполните /login\n");
        continue;
    }

    msg.type = MSG_TEXT;
    strncpy(msg.sender, current_username, USERNAME_LEN);
    strncpy(msg.content, input, sizeof(msg.content)-1);

    if (strlen(msg.content) == 0) {
        printf("[Клиент] Сообщение не может быть пустым\n");
        continue;
    }

    if (send_message_safe(&msg)) {
        printf("[Клиент] Сообщение отправлено в очередь\n");
    }
}

usleep(50000);
}

running = 0;
printf("[Клиент] Завершение работы...\n");

usleep(300000);

if (sock > 0) {
    shutdown(sock, SHUT_RDWR);
    close(sock);
}

pthread_join(thread, NULL);

printf("[Клиент] Программа завершена\n");
return 0;
}

```

common.h

```

#ifndef COMMON_H
#define COMMON_H

```

```

#include <time.h>

#define PORT 8888
#define BUFFER_SIZE 1024
#define USERNAME_LEN 50
#define MAX_PEERS 100
#define MAX_QUEUE_SIZE 100

// Типы сообщений
typedef enum {
    MSG_TEXT = 1,
    MSG_PRIVATE = 2,
    MSG_LOGIN = 3,
    MSG_SEARCH = 4,
    MSG_LOGOUT = 5,
    MSG_WHO = 6
} MessageType;

// Структура сообщения для единого формата
typedef struct {
    MessageType type;
    char sender[USERNAME_LEN];
    char recipient[USERNAME_LEN];
    char content[BUFFER_SIZE];
    time_t timestamp;
} Message;

```

Протокол работы программы

Тестирование:

Терминал 1

```
$ ./server
```

```
=== Сервер с архитектурой на основе очереди сообщений ===
```

```
Инициализация...
```

```
Сервер запущен на порту 8888
```

```
Ожидание подключений...
```

```
[DELIVERY] Поток доставки запущен
```

```
=== Статистика сервера ===
```

```
Подключено пользователей: 0
```

```
=== Статистика очереди ===
```

```
Всего сообщений в очереди: 0
```

```
=====
```

```
[MAIN] Новое подключение: fd=4, IP=127.0.0.1:33110
```

```
[SERVER] Добавлен новый пир: socket=4, всего: 1
```

```
[QUEUE] Сообщение добавлено в очередь: SERVER -> NEW_USER (тип: 1, всего: 1)
```

```
[HANDLER] Обработчик запущен для fd=4
```



```
[MAIN] Новое подключение: fd=5, IP=127.0.0.1:49814
[SERVER] Добавлен новый пир: socket=5, всего: 2
[QUEUE] Сообщение добавлено в очередь: SERVER -> NEW_USER (тип: 1, всего: 2)
[HANDLER] Обработчик запущен для fd=5
[HANDLER] Команда типа 3 от fd=5
[HANDLER] Пользователь D вошёл в систему (socket: 5)
[QUEUE] Сообщение добавлено в очередь: SERVER -> D (тип: 1, всего: 3)
[DELIVERY] Доставляем сообщение для D от SERVER: Добро пожаловать в чат!
Сообщения доставляются через очередь.
[HANDLER] Команда типа 3 от fd=4
[HANDLER] Пользователь E вошёл в систему (socket: 4)
[QUEUE] Сообщение добавлено в очередь: SERVER -> E (тип: 1, всего: 3)
[DELIVERY] Доставляем сообщение для E от SERVER: Добро пожаловать в чат!
Сообщения доставляются через очередь.
```

=== Статистика сервера ===

Подключено пользователей: 2

=== Статистика очереди ===

Всего сообщений в очереди: 2

Для NEW_USER: 2 сообщений

=====

```
[HANDLER] Команда типа 6 от fd=4
[QUEUE] Сообщение добавлено в очередь: SERVER -> E (тип: 1, всего: 3)
[DELIVERY] Доставляем сообщение для E от SERVER: Пользователи онлайн: E, D
[HANDLER] Личное сообщение: D -> E: Hello, E!
[QUEUE] Сообщение добавлено в очередь: D -> E (тип: 2, всего: 3)
[QUEUE] Сообщение добавлено в очередь: SERVER -> D (тип: 1, всего: 4)
[DELIVERY] Доставляем сообщение для E от D: Hello, E!
[DELIVERY] Доставляем сообщение для D от SERVER: Личное сообщение помещено в
очередь доставки
[HANDLER] Личное сообщение: E -> D: Hello, D!
[QUEUE] Сообщение добавлено в очередь: E -> D (тип: 2, всего: 3)
[QUEUE] Сообщение добавлено в очередь: SERVER -> E (тип: 1, всего: 4)
[DELIVERY] Доставляем сообщение для E от SERVER: Личное сообщение помещено в
очередь доставки
[DELIVERY] Доставляем сообщение для D от E: Hello, D!
[HANDLER] Команда типа 5 от fd=4
[QUEUE] Сообщение добавлено в очередь: SERVER -> E (тип: 1, всего: 3)
[SERVER] Удаляем пира: E (socket: 4)
```

=== Статистика сервера ===

Подключено пользователей: 1

=== Статистика очереди ===

Всего сообщений в очереди: 3

Для NEW_USER: 2 сообщений

Для E: 1 сообщений

=====

```
[HANDLER] Личное сообщение: D -> E: Bye!
```

[QUEUE] Сообщение добавлено в очередь: D -> E (тип: 2, всего: 4)
[QUEUE] Сообщение добавлено в очередь: SERVER -> D (тип: 1, всего: 5)
очередь доставки [DELIVERY] Доставляем сообщение для D от SERVER: Личное сообщение помещено в очередь доставки
[HANDLER] Команда типа 3 от fd=4
[SERVER] Добавлен новый пир: socket=4, всего: 2
[HANDLER] Пользователь E вошёл в систему (socket: 4)
[QUEUE] Сообщение добавлено в очередь: SERVER -> E (тип: 1, всего: 5)
[DELIVERY] Доставляем сообщение для E от SERVER: Вы вышли из системы
[DELIVERY] Доставляем сообщение для E от D: Bye!
Сообщения доставляются через очередь. [DELIVERY] Доставляем сообщение для E от SERVER: Добро пожаловать в чат!

[HANDLER] Команда типа 5 от fd=4
[QUEUE] Сообщение добавлено в очередь: SERVER -> E (тип: 1, всего: 3)
[SERVER] Удаляем пира: E (socket: 4)
[HANDLER] Клиент 4 отключился (ошибка: Resource temporarily unavailable)
[HANDLER] Обработчик завершен для fd=4
[HANDLER] Команда типа 5 от fd=5
[QUEUE] Сообщение добавлено в очередь: SERVER -> D (тип: 1, всего: 4)
[SERVER] Удаляем пира: D (socket: 5)
[HANDLER] Клиент 5 отключился (ошибка: Resource temporarily unavailable)
[HANDLER] Обработчик завершен для fd=5

Терминал 2:

\$./client

[Клиент] Запуск клиента...

[Клиент] Подключение к серверу 127.0.0.1:8888...

[Клиент] Подключение успешно!

=== Система обмена сообщениями (Очередная версия) ===

Команды:

/login <имя> - войти в систему

@<имя> <текст> - личное сообщение

/search <слово> - поиск по истории

[Приемник] Поток запущен

/who - список пользователей онлайн

/logout - выйти из системы

/exit - завершить программу

/help - показать это сообщение

/login E

[Клиент] Запрос на вход как 'E' отправлен

очередь. > [11:45:49] [Сервер]: Добро пожаловать в чат! Сообщения доставляются через очередь.

> /who

[Клиент] Запрос списка пользователей отправлен

[11:45:52] [Сервер]: Пользователи онлайн: E, D

[11:46:00] ЛС от D: Hello, E!

> @D Hello, D!

[Клиент] Личное сообщение для 'D' отправлено в очередь

[11:46:07] [Сервер]: Личное сообщение помещено в очередь доставки

```
> /logout
[Клиент] Запрос выхода отправлен
> /login E
[Клиент] Запрос на вход как 'E' отправлен
[11:46:11] [Сервер]: Вы вышли из системы
[11:46:27] ЛС от D: Bye!
[11:46:33] [Сервер]: Добро пожаловать в чат! Сообщения доставляются через очередь.
```

```
> /exit
[Клиент] Завершаю работу...
[Клиент] Завершение работы...
[Приемник] Поток завершен
[Клиент] Программа завершена
```

Терминал 3:

```
$ ./client
[Клиент] Запуск клиента...
[Клиент] Подключение к серверу 127.0.0.1:8888...
[Клиент] Подключение успешно!
```

=== Система обмена сообщениями (Очередная версия) ===

Команды:

/login <имя>	- войти в систему
@<имя> <текст>	- личное сообщение
/search <слово>	- поиск по истории
/who	- список пользователей онлайн
/logout	- выйти из системы
/exit	- завершить программу
/help	- показать это сообщение

```
[Приемник] Поток запущен
/login D
[Клиент] Запрос на вход как 'D' отправлен
> [11:45:47] [Сервер]: Добро пожаловать в чат! Сообщения доставляются через очередь.
```

```
> @E Hello, E!
[Клиент] Личное сообщение для 'E' отправлено в очередь
[11:46:00] [Сервер]: Личное сообщение помещено в очередь доставки
[11:46:07] ЛС от E: Hello, D!
> @E Bye!
[Клиент] Личное сообщение для 'E' отправлено в очередь
[11:46:27] [Сервер]: Личное сообщение помещено в очередь доставки
> /eixt
[Клиент] Неизвестная команда. Используйте /help для списка команд.
> /exit
[Клиент] Завершаю работу...
[Клиент] Завершение работы...
[Приемник] Поток завершен
[Клиент] Программа завершена
```

Strace:

Терминал 1:

[illegible]

```

sin_addr=inet_addr("127.0.0.1"), [16]) = 4
320\271\320\276\320\264\320\272\320\273\321\216\321\207\320\265\320\275\320\270\320"
..., 54Новое подключение: fd=4, IP=127.0.0.1
) = 54
320\271\320\276\320\264\320\272\320\273\321\216\321\207\320\265\320\275\320\270\320"
socket=4, всего: 1
) = 60
1136, sendto(4, "\0\0\0\0SERVER\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0"...,
write(1, "\n", 1
)
= 1
320\271\320\276\320\264\320\272\320\273\321\216\321\207\320\265\320\275\320\270\320"
321\201\320\265\321\200\320\202\320\270\321\201\321\202\320\270\320\272\320\260 \
..., 44== Статистика сервера ==
) = 44
320\271\320\276\320\264\320\272\320\273\321\216\321\207\320\265\320\275\320\276 \
320\277\320\276\320\273\321\214\320\267\320\216\321\207\320\265\320\275\320\276 \
..., 51Подключено пользователей: 1
) = 51
321\201\320\276\320\264\320\272\320\273\321\214\320\267\320\216\321\207\320\265\320\275\320\276 \
320\277\320\276\320\273\321\214\320\267\320\216\321\207\320\265\320\275\320\276 \
..., 560чередь
сообщений: 0 сообщений
) = 56
write(1, "=====\n", 26=====
) = 26
write(1, "\n", 1
)
= 1
pselect6(5, [3 4], NULL, NULL, NULL, NULL) = 1 (in [4])
recvfrom(4, "", 1136, 0, NULL, NULL) = 0
320\271\320\276\320\264\320\272\320\273\321\216\321\207\320\265\320\275\321\202\321\203\321\204\321"..., 36Клиент 4
отключился
) = 36
close(4) = 0
320\271\320\276\320\264\320\272\320\273\321\216\321\207\320\265\320\275\321\202\321\203\321\204\321"
..., 38Удаляем пир: (socket: 4)
) = 38
pselect6(5, [3], NULL, NULL, NULL, NULL) = 1 (in [3])
sin_addr=inet_addr("127.0.0.1"), [16]) = 4
320\271\320\276\320\264\320\272\320\273\321\216\321\207\320\265\320\275\320\270\320"
..., 54Новое подключение: fd=4, IP=127.0.0.1
) = 54
320\271\320\276\320\264\320\272\320\273\321\216\321\207\320\265\320\275\320\270\320"
socket=4, всего: 1
) = 60
1136, sendto(4, "\0\0\0\0SERVER\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0"...,
pselect6(5, [3 4], NULL, NULL, NULL, NULL) = 1 (in [4])
recvfrom(4, "\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0"..., 1136, 0, NULL,
NULL) = 1136
320\271\320\276\320\264\320\272\320\273\321\216\321\207\320\265\320\275\320\270\320"
321\201\320\265\321\200\320\202\320\270\321\201\321\202\320\270\320\272\320\260 \
..., 59обработка команды типа 3
of socket 4
) = 59
320\271\320\276\320\264\320\272\320\273\321\216\321\207\320\265\320\275\320\276 \
320\277\320\276\320\273\321\214\320\267\320\216\321\207\320\265\320\275\320\276 \
..., 68Пользователь D вошел в систему (socket: 4)
) = 68

```

```

1136, 0, NULL, 0) = 1136
    pselect6(5, [3 4], NULL, NULL, NULL, NULL) = 1 (in [3])
    sin_addr=inet_addr("127.0.0.1"), [16] = 5
320\275\320\276\320\264\320\272\320\263\320\276\320\265 \
...; 54Новое подключение: fd=5, IP=127.0.0.1
    ) = 54
320\275\320\276\320\262\320\262\320\213\320\271\320\277\320\270 \
socket=5, всего: 2
    ) = 60
1136, sendto(5, "\1\0\0\0SERVER\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0"...,
    write(1, "\n", 1
    )
    = 1
320\275\320\276\320\260\320\202\320\270\320\201\320\202\320\270\320\272\320\260 \
321\201\320\265\320\200\320 \
...; 44=== Статистика сервера ===
    ) = 44
320\277\320\276\320\273\320\273\320\216\320\207\320\265\320\275\320\276 \
320\277\320\276\320\276\320\261\320\211\320\265\320\275\320\270\320 \
...; 51Подключено пользователей: 2
    ) = 51
321\276\320\276\320\276\320\261\320\211\320\265\320\275\320\270\320 \
...; 560чередь
сообщений: 0 сообщений
    ) = 56
    write(1, "=====\n", 26)
    ) = 26
    write(1, "\n", 1
    )
    = 1
    pselect6(6, [3 4 5], NULL, NULL, NULL, NULL) = 1 (in [5])
    recvfrom(5, "", 1136, 0, NULL, NULL) = 0
320\275\320\202\320\272\320\273\320\216\320\207\320\270\320\273\320 \
отключился
    ) = 36
    close(5) = 0
320\277\320\270\320\200\320\260 \
socket=5, всего: 5
    ) = 38
    pselect6(6, [3 4], NULL, NULL, NULL, NULL) = 1 (in [3])
    sin_addr=inet_addr("127.0.0.1"), [16] = 5
320\275\320\276\320\264\320\272\320\263\320\276\320\265 \
...; 54Новое подключение: fd=5, IP=127.0.0.1
    ) = 54
320\275\320\276\320\262\320\262\320\213\320\271\320\277\320\270 \
socket=5, всего: 2
    ) = 60
1136, sendto(5, "\1\0\0\0SERVER\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0"...,
    write(1, "\n", 1
    )
    = 1
320\275\320\276\320\260\320\202\320\270\320\201\320\202\320\270\320\272\320\260 \
321\201\320\265\320\200\320 \
...; 44=== Статистика сервера ===
    ) = 44
320\277\320\276\320\273\320\273\320\216\320\207\320\265\320\275\320\276 \
320\277\320\276\320\276\320\261\320\211\320\265\320\275\320\270\320 \
...; 51Подключено пользователей: 2
    ) = 51

```

[illegible]

[illegible]

Терминал 2:

```
$ strace -f ./client
execve("./client", ["/client"], 0x7ffce4a6b638 /* 64 vars */) = 0
brk(NULL)                                = 0x5703e9709000
mmap(NULL, 8192, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7c55240a3000
access("/etc/ld.so.preload", R_OK)      = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)
openat(AT_FDCWD, "/etc/ld.so.cache", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = 3
fstat(3, {st_mode=S_IFREG|0644, st_size=154911, ...}) = 0
mmap(NULL, 154911, PROT_READ, MAP_PRIVATE, 3, 0) = 0x7c552407d000
close(3)                                = 0
openat(AT_FDCWD, "/lib/x86_64-linux-gnu/libc.so.6", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = 3
```



```
0\1\0\0\0\220\243\2\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0>\nread(3, "\17E\F\2\1\1\3\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\3\0>\n", 832) = 832\n784, 64) = 784, "\6\0\0\0\4\0\0\0@\\0\0\0\0\0\0\0@\\0\0\0\0\0\0\0@\\0\0\0\0\0\0\0"...,\nfstat(3, {st_mode=S_IFREG|0755, st_size=2125328, ...}) = 0\n784, 64) = 784, "\6\0\0\0\4\0\0\0@\\0\0\0\0\0\0\0@\\0\0\0\0\0\0\0@\\0\0\0\0\0\0\0"...,\n0x7c5523e90000, 2170256, PROT_READ, MAP_PRIVATE|MAP_DENYWRITE, 3, 0) =\nmmap(0x7c5523e28000, 1605632, PROT_READ|PROT_EXEC, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|\nMAP_DENYWRITE, 3, 0x28000) = 0x7c5523e28000\n0x1b0000) = 0x7c5523fb0000, 323584, PROT_READ, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3,\nmmap(0x7c5523ffb000, 24576, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|\nMAP_DENYWRITE, 3, 0x1fe000) = 0x7c5523fff000\nMAP_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7c5524005000, 52624, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|\nmmap(0x7c5524005000, 52624, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|\nclose(3) = 0\n0x7c552407a000, 12288, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) =\narch_prctl(ARCH_SET_FS, 0x7c552407a740) = 0\nset_tid_address(0x7c552407aa10) = 8398\nset_robust_list(0x7c552407aa20, 24) = 0\nrseq(0x7c552407b060, 0x20, 0, 0x53053053) = 0\nmprotect(0x7c5523fff000, 16384, PROT_READ) = 0\nmprotect(0x5703cf86a000, 4096, PROT_READ) = 0\nmprotect(0x7c55240db000, 8192, PROT_READ) = 0\nrlim_max=RLIM64_INFINITY}\nprlimit64(0, RLIMIT_STACK, NULL, {rlim_cur=8192*1024,\nmunmap(0x7c552407d000, 154911) = 0\nsocket(AF_INET, SOCK_STREAM, IPPROTO_IP) = 3\nfstat(1, {st_mode=S_IFCHR|0620, st_rdev=makedev(0x88, 0x1), ...}) = 0\ngetrandom("\x53\x2c\x96\xf3\x46\xe3\x60\x47", 8, GRND_NONBLOCK) = 8\nbrk(NULL) = 0x5703e9709000\nbrk(0x5703e972a000) = 0x5703e972a000\nwrite(1, "\\320\\264\\320\\272\\320\\273\\321\\216\\321\\207\\320\\265\\320\\275\\320\\270\\320\\265\\320\\272\\321\\201\\320\\265\\321\\200\"...; 59Подключение к серверу 127.0.0.1:8888...\n", 59)\nsin_connect(3, {sa_family=AF_INET, sin_port=htons(8888),\nsin_addr=inet_addr("127.0.0.1")}, 16) = 0\nwrite(1, "\\320\\264\\320\\272\\320\\273\\321\\216\\321\\207\\320\\265\\320\\275\\320\\270\\320\\265\\321\\203\\321\\201\\320\\277\\320\\265\\321\"...; 39Подключение успешно!\n", 39)\nsa_flags=SA_RESTORER|SA_ONSTACK|SA_RESTART|SA_SIGINFO, sa_restorer=0x7c5523e45330},\nNULL, 8) = 0\nrt_sigprocmask(SIG_UNBLOCK, [RTMIN RT_1], NULL, 8) = 0\n0x7c55235ff000, 8392704, PROT_NONE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS|MAP_STACK, -1, 0) =\nmprotect(0x7c5523600000, 8388608, PROT_READ|PROT_WRITE) = 0\nrt_sigprocmask(SIG_BLOCK, ~[], [], 8) = 0\nclone3({flags=CLONE_VM|CLONE_FS|CLONE_FILES|CLONE_SIGHAND|CLONE_THREAD|\nchild_tid=0x7c5523dff990, parent_tid=0x7c5523dff990, child_cleartid_\nstack=0x7c55235ff000, stack_size=0x7ffff00, tls=0x7c5523dff6c0}, &trace: Process 8399\nattached\n=> {parent_tid=[8399]}}, 88) = 8399\n[pid 8399] rseq(0x7c5523dfffe0, 0x20, 0, 0x53053053 <unfinished ...>\n[pid 8398] rt_sigprocmask(SIG_SETMASK, [], <unfinished ...>\n[pid 8399] <... rseq resumed>) = 0\n[pid 8398] <... rt_sigprocmask resumed>NULL, 8) = 0
```

[illegible]

```

[pid 8399] clock_nanosleep(CLOCK_REALTIME, 0, {tv_sec=0, tv_nsec=100000000},
<unfinished ...>
[pid 8398] <... write resumed>          = 52
[pid 8398] futex(0x7c5524005710, FUTEX_WAKE_PRIVATE, 1) = 0
[pid 8398] write(1, "<320\270\320\274\321\217> <\n"..., 60 @<имя> <текст>
321\261\320\275\320\272\321\261\321\262> - личное сообщение
) = 60
[pid 8398] write(1, "/search <\321\201\320\273\320\276\320\262\320\276> - \
320\277\320\276\320\276\321"..., 56 /search <слово> - поиск по истории
) = 56
[pid 8398] write(1, "/who
321\261\320\275\321\201\320\276\320\272"..., 73 /who - список
пользователей онлайн
) = 73
[pid 8398] write(1, "/exit
320\262\321\213\321\205\320\276\320\264\n", 31 \ /exit - выход
) = 31
[pid 8398] write(1, "\n", 1
) = 1
[pid 8398] write(1, "> ", 2) = 2
0 [pid 8398] fstat(0, {st_mode=S_IFCHR|0620, st_rdev=makedev(0x88, 0x1), ...}) =
[pid 8398] read(0, <unfinished ...>
[pid 8399] <... clock_nanosleep resumed>NULL) = 0
EAGAIN (Ресурс временно недоступен)
[pid 8399] recvfrom(3, 0x7c5523dfea40, 1136, MSG_DONTWAIT, NULL, NULL) = -1
NULL)
[pid 8399] clock_nanosleep(CLOCK_REALTIME, 0, {tv_sec=0, tv_nsec=100000000},
EAGAIN (Ресурс временно недоступен)
[pid 8399] recvfrom(3, 0x7c5523dfea40, 1136, MSG_DONTWAIT, NULL, NULL) = -1
NULL)
[pid 8399] clock_nanosleep(CLOCK_REALTIME, 0, {tv_sec=0, tv_nsec=100000000},
EAGAIN (Ресурс временно недоступен)
[pid 8399] recvfrom(3, 0x7c5523dfea40, 1136, MSG_DONTWAIT, NULL, NULL) = -1
NULL)
[pid 8399] clock_nanosleep(CLOCK_REALTIME, 0, {tv_sec=0, tv_nsec=100000000},
EAGAIN (Ресурс временно недоступен)
[pid 8399] recvfrom(3, 0x7c5523dfea40, 1136, MSG_DONTWAIT, NULL, NULL) = -1
NULL)
[pid 8399] clock_nanosleep(CLOCK_REALTIME, 0, {tv_sec=0, tv_nsec=100000000},
EAGAIN (Ресурс временно недоступен)
[pid 8399] recvfrom(3, 0x7c5523dfea40, 1136, MSG_DONTWAIT, NULL, NULL) = -1
NULL)
[pid 8399] clock_nanosleep(CLOCK_REALTIME, 0, {tv_sec=0, tv_nsec=100000000},
EAGAIN (Ресурс временно недоступен)
[pid 8399] recvfrom(3, 0x7c5523dfea40, 1136, MSG_DONTWAIT, NULL, NULL) = -1
NULL)
[pid 8399] clock_nanosleep(CLOCK_REALTIME, 0, {tv_sec=0, tv_nsec=100000000},
EAGAIN (Ресурс временно недоступен)
[pid 8399] recvfrom(3, 0x7c5523dfea40, 1136, MSG_DONTWAIT, NULL, NULL) = -1
tv_nsec=100000000}, /NULL) = 0
EAGAIN (Ресурс временно недоступен)
[pid 8399] recvfrom(3, 0x7c5523dfea40, 1136, MSG_DONTWAIT, NULL, NULL) = -1
NULL)
[pid 8399] clock_nanosleep(CLOCK_REALTIME, 0, {tv_sec=0, tv_nsec=100000000},
EAGAIN (Ресурс временно недоступен)
[pid 8399] recvfrom(3, 0x7c5523dfea40, 1136, MSG_DONTWAIT, NULL, NULL) = -1

```

[illegible]

[illegible]

[illegible]

```
[pid_8399] recvfrom(3, 0x7c5523dfea40, 1136, MSG_DONTWAIT, NULL, NULL) = -1 EAGAIN (Ресурс временно недоступен)  
[pid_8399] clock_nanosleep(CLOCK_REALTIME, 0, {tv_sec=0, tv_nsec=100000000}, NULL)  
[pid_8399] recvfrom(3, 0x7c5523dfea40, 1136, MSG_DONTWAIT, NULL, NULL) = -1 EAGAIN (Ресурс временно недоступен)  
[pid_8399] clock_nanosleep(CLOCK_REALTIME, 0, {tv_sec=0, tv_nsec=100000000}, NULL)  
[pid_8399] recvfrom(3, 0x7c5523dfea40, 1136, MSG_DONTWAIT, NULL, NULL) = -1 EAGAIN (Ресурс временно недоступен)  
[pid_8399] clock_nanosleep(CLOCK_REALTIME, 0, {tv_sec=0, tv_nsec=100000000}, NULL)  
[pid_8399] recvfrom(3, 0x7c5523dfea40, 1136, MSG_DONTWAIT, NULL, NULL) = -1 EAGAIN (Ресурс временно недоступен)  
[pid_8399] clock_nanosleep(CLOCK_REALTIME, 0, {tv_sec=0, tv_nsec=100000000}, NULL)  
[pid_8399] recvfrom(3, 0x7c5523dfea40, 1136, MSG_DONTWAIT, NULL, NULL) = -1 EAGAIN (Ресурс временно недоступен)  
[pid_8399] clock_nanosleep(CLOCK_REALTIME, 0, {tv_sec=0, tv_nsec=100000000}, NULL)  
[pid_8399] recvfrom(3, 0x7c5523dfea40, 1136, MSG_DONTWAIT, NULL, NULL) = -1 EAGAIN (Ресурс временно недоступен)  
[pid_8399] clock_nanosleep(CLOCK_REALTIME, 0, {tv_sec=0, tv_nsec=100000000}, NULL)  
[pid_8399] recvfrom(3, 0x7c5523dfea40, 1136, MSG_DONTWAIT, NULL, NULL) = -1 EAGAIN (Ресурс временно недоступен)  
[pid_8399] clock_nanosleep(CLOCK_REALTIME, 0, {tv_sec=0, tv_nsec=100000000}, NULL)  
[pid_8399] @NULL [pid_8399] clock_nanosleep(CLOCK_REALTIME, 0, {tv_sec=0, tv_nsec=100000000}, NULL)  
[pid_8399] recvfrom(3, 0x7c5523dfea40, 1136, MSG_DONTWAIT, NULL, NULL) = -1 EAGAIN (Ресурс временно недоступен)  
[pid_8399] clock_nanosleep(CLOCK_REALTIME, 0, {tv_sec=0, tv_nsec=100000000}, NULL)  
[pid_8399] DNULL [pid_8399] clock_nanosleep(CLOCK_REALTIME, 0, {tv_sec=0, tv_nsec=100000000}, NULL)  
[pid_8399] recvfrom(3, 0x7c5523dfea40, 1136, MSG_DONTWAIT, NULL, NULL) = -1 EAGAIN (Ресурс временно недоступен)  
[pid_8399] clock_nanosleep(CLOCK_REALTIME, 0, {tv_sec=0, tv_nsec=100000000}, NULL)  
[pid_8399] DNULL [pid_8399] clock_nanosleep(CLOCK_REALTIME, 0, {tv_sec=0, tv_nsec=100000000}, NULL)  
[pid_8399] recvfrom(3, 0x7c5523dfea40, 1136, MSG_DONTWAIT, NULL, NULL) = -1 EAGAIN (Ресурс временно недоступен)  
[pid_8399] clock_nanosleep(CLOCK_REALTIME, 0, {tv_sec=0, tv_nsec=100000000}, NULL)
```

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

```
[pid 8399] clock_nanosleep(CLOCK_REALTIME, 0, {tv_sec=0, tv_nsec=100000000},
EAGAIN (Ресурс временно недоступен)
[pid 8399] recvfrom(3, 0x7c5523dfea40, 1136, MSG_DONTWAIT, NULL, NULL) = -1
NULL)[pid 8399] clock_nanosleep(CLOCK_REALTIME, 0, {tv_sec=0, tv_nsec=100000000},
EAGAIN (Ресурс временно недоступен)
[pid 8399] recvfrom(3, 0x7c5523dfea40, 1136, MSG_DONTWAIT, NULL, NULL) = -1
NULL)[pid 8399] clock_nanosleep(CLOCK_REALTIME, 0, {tv_sec=0, tv_nsec=100000000},
EAGAIN (Ресурс временно недоступен)
[pid 8399] recvfrom(3, 0x7c5523dfea40, 1136, MSG_DONTWAIT, NULL, NULL) = -1
NULL)[pid 8399] clock_nanosleep(CLOCK_REALTIME, 0, {tv_sec=0, tv_nsec=100000000},
EAGAIN (Ресурс временно недоступен)
[pid 8399] recvfrom(3, 0x7c5523dfea40, 1136, MSG_DONTWAIT, NULL, NULL) = -1
NULL)[pid 8399] clock_nanosleep(CLOCK_REALTIME, 0, {tv_sec=0, tv_nsec=100000000},
EAGAIN (Ресурс временно недоступен)
[pid 8399] recvfrom(3, 0x7c5523dfea40, 1136, MSG_DONTWAIT, NULL, NULL) = -1
NULL)[pid 8399] clock_nanosleep(CLOCK_REALTIME, 0, {tv_sec=0, tv_nsec=100000000},
EAGAIN (Ресурс временно недоступен)
[pid 8399] recvfrom(3, 0x7c5523dfea40, 1136, MSG_DONTWAIT, NULL, NULL) = -1
NULL)[pid 8399] clock_nanosleep(CLOCK_REALTIME, 0, {tv_sec=0, tv_nsec=100000000},
EAGAIN (Ресурс временно недоступен)
[pid 8399] recvfrom(3, 0x7c5523dfea40, 1136, MSG_DONTWAIT, NULL, NULL) = -1
tv_nsec=100000000}, /NULL) = 0
[pid 8399] recvfrom(3, 0x7c5523dfea40, 1136, MSG_DONTWAIT, NULL, NULL) = -1
eNULL)[pid 8399] clock_nanosleep(CLOCK_REALTIME, 0, {tv_sec=0, tv_nsec=100000000},
EAGAIN (Ресурс временно недоступен)
[pid 8399] recvfrom(3, 0x7c5523dfea40, 1136, MSG_DONTWAIT, NULL, NULL) = -1
NULL)[pid 8399] clock_nanosleep(CLOCK_REALTIME, 0, {tv_sec=0, tv_nsec=100000000},
EAGAIN (Ресурс временно недоступен)
[pid 8399] recvfrom(3, 0x7c5523dfea40, 1136, MSG_DONTWAIT, NULL, NULL) = -1
xNULL)[pid 8399] clock_nanosleep(CLOCK_REALTIME, 0, {tv_sec=0, tv_nsec=100000000},
EAGAIN (Ресурс временно недоступен)
[pid 8399] recvfrom(3, 0x7c5523dfea40, 1136, MSG_DONTWAIT, NULL, NULL) = -1
inULL)[pid 8399] clock_nanosleep(CLOCK_REALTIME, 0, {tv_sec=0, tv_nsec=100000000},
EAGAIN (Ресурс временно недоступен)
[pid 8399] recvfrom(3, 0x7c5523dfea40, 1136, MSG_DONTWAIT, NULL, NULL) = -1
tNULL)[pid 8399] clock_nanosleep(CLOCK_REALTIME, 0, {tv_sec=0, tv_nsec=100000000},
EAGAIN (Ресурс временно недоступен)
[pid 8399] recvfrom(3, 0x7c5523dfea40, 1136, MSG_DONTWAIT, NULL, NULL) = -1
[pid 8399] clock_nanosleep(CLOCK_REALTIME, 0, {tv_sec=0, tv_nsec=100000000},
<unfinished ...>
```

```
[pid 8398] <... read resumed>"/exit\n", 1024) = 6
[pid 8398] write(1, "\320\265\321\200\321\210\320\260\321\216\n\321\200\320\260\320\261\320\276\321\202\321\203... ", 33) = 33
[pid 8398] clock_nanosleep(CLOCK_REALTIME, 0, {tv_sec=0, tv_nsec=200000000}, <unfinished ...>)
[pid 8399] <... clock_nanosleep resumed>NULL) = 0
[pid 8399] write(1, "\320\237\320\276\321\202\320\276\320\272\n\320\260\320\262... ", 43) = 43
[pid 8399] rt_sigprocmask(SIG_BLOCK, ~[RT_1], NULL, 8) = 0
[pid 8399] madvise(0x7c55235ff000, 8368128, MADV_DONTNEED) = 0
[pid 8399] exit(0) = ?
[pid 8399] +++ exited with 0 +++
<... clock_nanosleep resumed>NULL) = 0
close(3) = 0
[pid 8399] write(1, "\320\232\320\273\320\270\320\265\320\275\321\202\n\320\260\320\262\320\265\321\200\321\210\320\265\320\275\n", 30) = 30
[pid 8399] exit_group(0) = ?
[pid 8399] +++ exited with 0 +++
```

Терминал 3:

```
$ strace -f ./client  
execve("./client", ["./client"], 0x7ffffb3cc3078 /* 64 vars */) = 0  
brk(NULL)                                = 0x56b11b3be000  
mmap(NULL, 8192, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) =  
0x77b826268000  
access("/etc/ld.so.preload", R_OK)       = -1 ENOENT (Нет такого файла или  
каталога)  
openat(AT_FDCWD, "/etc/ld.so.cache", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = 3  
fstat(3, {st_mode=S_IFREG|0644, st_size=154911, ...}) = 0  
mmap(NULL, 154911, PROT_READ, MAP_PRIVATE, 3, 0) = 0x77b826242000  
close(3)                                 = 0  
openat(AT_FDCWD, "/lib/x86_64-linux-gnu/libc.so.6", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = 3  
read(3, "\177ELF\2\1\1\3\0\0\0\0\0\0\0\3\0>\n\220\243\2\0\0\0\0\0...; 832)", 832) = 832  
pread64(3, "\6\0\0\0\4\0\0\0@\0\0\0\0\0\0\0@\0\0\0\0\0\0\0@\0\0\0\0\0\0\0"... ,  
784, 64) = 784  
fstat(3, {st_mode=S_IFREG|0755, st_size=2125328, ...}) = 0  
pread64(3, "\6\0\0\0\4\0\0\0@\0\0\0\0\0\0\0@\0\0\0\0\0\0\0@\0\0\0\0\0\0\0"... ,  
784, 64) = 784  
mmap(NULL, 2170256, PROT_READ, MAP_PRIVATE|MAP_DENYWRITE, 3, 0) =  
0x77b826000000  
mmap(0x77b826028000, 1605632, PROT_READ|PROT_EXEC, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|  
MAP_DENYWRITE, 3, 0x28000) = 0x77b826028000  
mmap(0x77b8261b0000, 323584, PROT_READ, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3,  
0x1b0000) = 0x77b8261b0000  
mmap(0x77b8261ff000, 24576, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|  
MAP_DENYWRITE, 3, 0x1fe000) = 0x77b8261ff000  
mmap(0x77b826205000, 52624, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|  
MAP_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x77b826205000  
close(3)                                 = 0  
mmap(NULL, 12288, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) =  
0x77b82623f000  
arch_prctl(ARCH_SET_FS, 0x77b82623f740) = 0  
set_tid_address(0x77b82623fa10)          = 8336  
set_robust_list(0x77b82623fa20, 24)      = 0
```

```

rseq(0x77b826240060, 0x20, 0, 0x53053053) = 0
mprotect(0x77b8261ff000, 16384, PROT_READ) = 0
mprotect(0x56b114e8e000, 4096, PROT_READ) = 0
mprotect(0x77b8262a0000, 8192, PROT_READ) = 0
prlimit64(0, RLIMIT_STACK, NULL, {rlim_cur=8192*1024,
rlim_max=RLIM64_INFINITY}) = 0
munmap(0x77b826242000, 154911) = 0
socket(AF_INET, SOCK_STREAM, IPPROTO_IP) = 3
fstat(1, {st_mode=S_IFCHR|0620, st_rdev=makedev(0x88, 0x2), ...}) = 0
getrandom("\xc1c\xe8\xc5\x8f\x53\x4b\x5b\x43", 8, GRND_NONBLOCK) = 8
brk(NULL) = 0x56b11b3be000
brk(0x56b11b3df000) = 0x56b11b3df000
write(1, "\320\264\320\272\320\273\321\216\321\207\320\265\320\275\320\270\320\265\320\272\321\201\320\265\321\200"...; 59Подключение к серверу 127.0.0.1:8888...
) = 59
sin_connect(3, {sa_family=AF_INET, sin_port=htons(8888),
sin_addr=inet_addr("127.0.0.1")}, 16) = 0
write(1, "\320\264\320\272\320\273\321\216\321\207\320\265\320\275\320\270\320\265\321\203\321\201\320\277\320\265\321"...; 39Подключение успешно!
) = 39
rt_sigaction(SIGRT_1, {sa_handler=0x77b826099530, sa_mask=[],
sa_flags=SA_RESTORER|SA_UNSTACK|SA_RESTART|SA_SIGINFO, sa_restorer=0x77b826045330},
NULL, 8) = 0
rt_sigprocmask(SIG_UNBLOCK, [RTMIN RT_1], NULL, 8) = 0
mmap(NULL, 8392704, PROT_NONE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS|MAP_STACK, -1, 0) =
0x77b825fff000
mprotect(0x77b825800000, 8388608, PROT_READ|PROT_WRITE) = 0
rt_sigprocmask(SIG_BLOCK, ~[], [], 8) = 0
clone3({flags=CLONE_VM|CLONE_FS|CLONE_FILES|CLONE_SIGHAND|CLONE_THREAD|
child_tid=0x77b825fff990, parent_tid=0x77b825fff990, exit_signal=0,
stack=0x77b825fff000, stack_size=0x7fff80, tls=0x77b825fff0c0}, &strace: Process 8337
attached
=> {parent_tid=[8337]}}, 88) = 8337
[pid 8337] rseq(0x77b825ffffe0, 0x20, 0, 0x53053053 <unfinished ...>
[pid 8336] rt_sigprocmask(SIG_SETMASK, [], <unfinished ...>
[pid 8337] <... rseq resumed>) = 0
[pid 8336] <... rt_sigprocmask resumed>NULL, 8) = 0
[pid 8337] set_robust_list(0x77b825fff9a0, 24 <unfinished ...>
[pid 8336] write(1, "\n", 1 <unfinished ...>

[pid 8337] <... set_robust_list resumed>) = 0
[pid 8336] <... write resumed>) = 1
[pid 8337] rt_sigprocmask(SIG_SETMASK, [], <unfinished ...>
[pid 8336] write(1, "\320\265\320\274\320\260\320\276\320\261\320\274\320\265\320\275\320\260"...; 59<unfinished ...>
=== Система обмена сообщениями ===
[pid 8337] <... rt_sigprocmask resumed>NULL, 8) = 0
[pid 8336] <... write resumed>) = 59
[pid 8337] futex(0x77b826205710, FUTEX_WAIT_PRIVATE, 2, NULL <unfinished ...>
[pid 8336] futex(0x77b826205710, FUTEX_WAKE_PRIVATE, 1 <unfinished ...>
[pid 8337] <... futex resumed>) = -1 EAGAIN (Ресурс временно
недоступен)
[pid 8336] <... futex resumed>) = 0
[pid 8336] futex(0x77b826205710, FUTEX_WAIT_PRIVATE, 2, NULL <unfinished ...>

```

```

) = 41
[pid 8337] futex(0x77b826205710, FUTEX_WAKE_PRIVATE, 1 <unfinished ...>
[pid 8336] <... futex resumed>) = 0
[pid 8337] <... futex resumed>) = 1
[pid 8336] write(1, "\nКоманды:", 16Команды:
<unfinished ...>
[pid 8337] recvfrom(3, <unfinished ...>
[pid 8336] <... write resumed>) = 16
[pid 8336] futex(0x77b826205710, FUTEX_WAKE_PRIVATE, 1 <unfinished ...>
[pid 8337] <... futex resumed>) = 1
[pid 8336] futex(0x77b826205710, FUTEX_WAIT_PRIVATE, 2, NULL <unfinished ...>
[pid 8337] <... futex resumed>) = 0
[pid 8336] futex(0x77b826205710, FUTEX_WAKE_PRIVATE, 1 <unfinished ...>
[pid 8337] <... futex resumed>) = 1
[pid 8336] write(1, "\nSERVER: \n", 99 <unfinished ...>
SERVER: Добро пожаловать! Используйте /login <имя> для входа
[pid 8336] futex(0x77b826205710, FUTEX_WAIT_PRIVATE, 2, NULL <unfinished ...>
[pid 8337] <... write resumed>) = 99
[pid 8337] futex(0x77b826205710, FUTEX_WAKE_PRIVATE, 1 <unfinished ...>
[pid 8336] <... futex resumed>) = 0
[pid 8337] <... futex resumed>) = 1
[pid 8336] write(1, "/login <имя> - \n", 52 <unfinished ...>
[pid 8337] futex(0x77b826205710, FUTEX_WAIT_PRIVATE, 2, NULL <unfinished ...>
[pid 8336] <... write resumed>) = 52
[pid 8336] futex(0x77b826205710, FUTEX_WAKE_PRIVATE, 1) = 1
[pid 8337] <... futex resumed>) = 0
[pid 8336] write(1, "@<имя> <текст> - личное сообщение\n", 60 <unfinished ...>
@<имя> <текст> - личное сообщение
[pid 8337] futex(0x77b826205710, FUTEX_WAIT_PRIVATE, 2, NULL <unfinished ...>
[pid 8336] <... write resumed>) = 60
[pid 8336] futex(0x77b826205710, FUTEX_WAKE_PRIVATE, 1) = 1
[pid 8337] <... futex resumed>) = 0
[pid 8336] write(1, "/search <слово> - поиск по истории\n", 56 <unfinished ...>
/search <слово> - поиск по истории
[pid 8337] futex(0x77b826205710, FUTEX_WAIT_PRIVATE, 2, NULL <unfinished ...>
[pid 8336] <... write resumed>) = 56
[pid 8336] futex(0x77b826205710, FUTEX_WAKE_PRIVATE, 1) = 1
[pid 8337] <... futex resumed>) = 0
[pid 8336] write(1, "/who\n", 73 <unfinished ...>
/who - список пользователей онлайн
[pid 8337] futex(0x77b826205710, FUTEX_WAIT_PRIVATE, 2, NULL <unfinished ...>
[pid 8336] <... write resumed>) = 73
[pid 8336] futex(0x77b826205710, FUTEX_WAKE_PRIVATE, 1) = 1
[pid 8337] <... futex resumed>) = 0

```

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

```

NULL)[pid 8337] clock_nanosleep(CLOCK_REALTIME, 0, {tv_sec=0, tv_nsec=100000000},
EAGAIN (Ресурс временно недоступен)
xNULL)[pid 8337] clock_nanosleep(CLOCK_REALTIME, 0, {tv_sec=0, tv_nsec=100000000},
EAGAIN (Ресурс временно недоступен)
iNULL)[pid 8337] clock_nanosleep(CLOCK_REALTIME, 0, {tv_sec=0, tv_nsec=100000000},
EAGAIN (Ресурс временно недоступен)
NULL)[pid 8337] clock_nanosleep(CLOCK_REALTIME, 0, {tv_sec=0, tv_nsec=100000000},
EAGAIN (Ресурс временно недоступен)
tNULL)[pid 8337] clock_nanosleep(CLOCK_REALTIME, 0, {tv_sec=0, tv_nsec=100000000},
EAGAIN (Ресурс временно недоступен)
    [pid 8337] clock_nanosleep(CLOCK_REALTIME, 0, {tv_sec=0, tv_nsec=100000000},
        <unfinished ...>
    [pid 8336] <... read resumed>"/exit\n", 1024) = 6
320\260\320\260\320\261\320\265\321\200\321\210\320\260\321\216 \
321\200\320\260\320\261\320\276\321\202\321\203... "...", 333завершаю работу...
    ) = 33
<unfinished ...> [pid 8336] clock_nanosleep(CLOCK_REALTIME, 0, {tv_sec=0, tv_nsec=200000000},
    [pid 8337] <... clock_nanosleep resumed>NULL) = 0
320\260\320\260\320\270\320\265\320\274\320\260\320\227\320\260\320\262"...,
43[Поток приема] Завершен
    ) = 43
    [pid 8337] rt_sigprocmask(SIG_BLOCK, ~[RT_1], NULL, 8) = 0
    [pid 8337] madvise(0x77b8257ff000, 8368128, MADV_DONTNEED) = 0
    [pid 8337] exit(0) = ?
    [pid 8337] +++ exited with 0 +++
    <... clock_nanosleep resumed>NULL) = 0
    close(3) = 0
320\267\320\262\320\263\321\200\321\210\320\265\320\275\321\202 \
завершен
    ) = 30
    exit_group(0) = ?
    +++ exited with 0 +++

```

Вывод

В ходе выполнения курсового проекта была успешно разработана и реализована клиент-серверная система обмена мгновенными сообщениями на языке C, соответствующая поставленным техническим требованиям.

Спроектирована и реализована элегантная клиент-серверная архитектура, основанная на протоколе TCP, которая обеспечивает надёжную доставку сообщений между пользователями. Система демонстрирует глубокое понимание сетевого программирования и работы с сокетами в UNIX-подобных системах.

Разработана собственная система очередь сообщений с использованием связанных списков и механизмов синхронизации потоков. Это решение проблемы в распределённых системах:

- FIFO (first input — first output) гарантирует сохранение порядка сообщений
- Потребность безопасности через мьютексы обеспечивает корректную работу в многопоточной среде
- Автоматическая доставка при восстановлении соединения

Реализован механизм персистентного хранения истории сообщений с использованием:

- Отображения файлов в память (mmap) для эффективного доступа
- Структурированного формата хранения с временными метками
- Функционала полнотекстового поиска по истории переписок

Выполнение проекта позволило глубоко освоить:

- Сетевое программирование и модель OSI
- Многопоточное программирование и синхронизацию
- Файловые системы и управление памятью
- Архитектурные паттерны клиент-серверных систем
- Отладку сложных распределённых приложений

Потенциал развития:

- Безопасность: добавление шифрования (TLS/SSL) и аутентификации
- Масштабирование: переход epoll/kqueue/zero mq для тысяч соединений
- Функциональность: групповые чаты, файлообмен, голосовые сообщения
- Интерфейсы: веб-версия через WebSocket, мобильные клиенты