Курсовая работа

Общие сведения

- **Цель работы** – получить навыки разработки сетевого программного обеспечения.
- **Сеть** – на основе стека TCP/IP.
- **Базовый проект** – сервер и клиент игры «Крестики нолики 3x3».
- **Сервер** – программа, обслуживающая запросы от пользователей и управляющая несколькими игровыми ситуациями.
- **Клиент** – программа, обеспечивающая интерфейс пользователя (под GNU/Linux в текстовом режиме).

Часть 1. Разработка алгоритма игровой ситуации и протокола взаимодействия клиентской и серверной частей

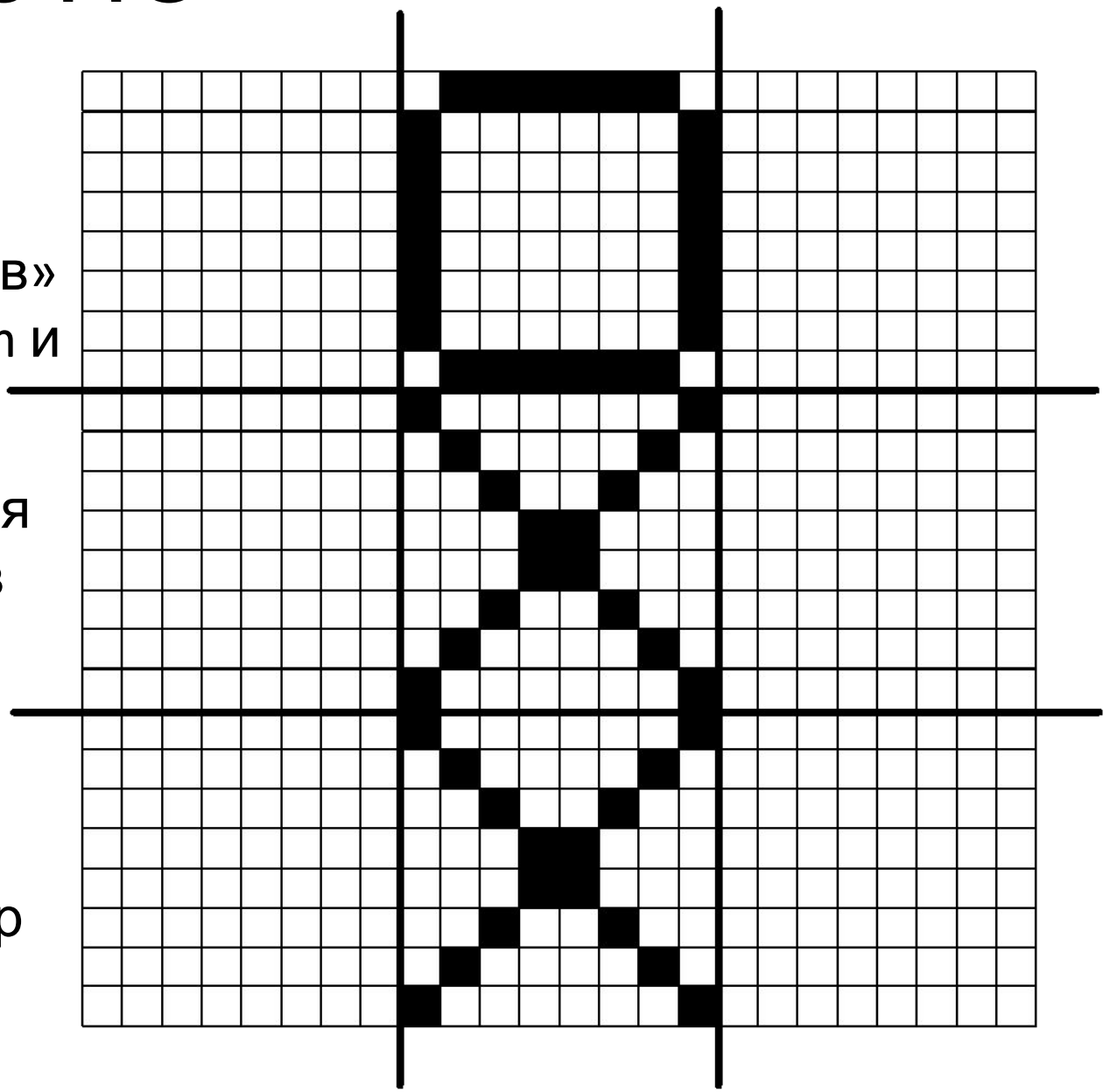
1. Опишите правила игры и алгоритм проведения игровой ситуации «крестики-нолики» (3x3).
2. Разработайте протокол взаимодействия клиентской и серверной частей приложения при: создании новой игры, подключении игроков к ранее созданной игре, проведении игровой ситуации и завершении её. Заложите возможность диалога игроков в режиме чата (через контролирующий сервер).
3. Определите тип протокола, который будет использоваться для взаимодействия клиентов и сервера (TCP или UDP).

Клиентское ПО

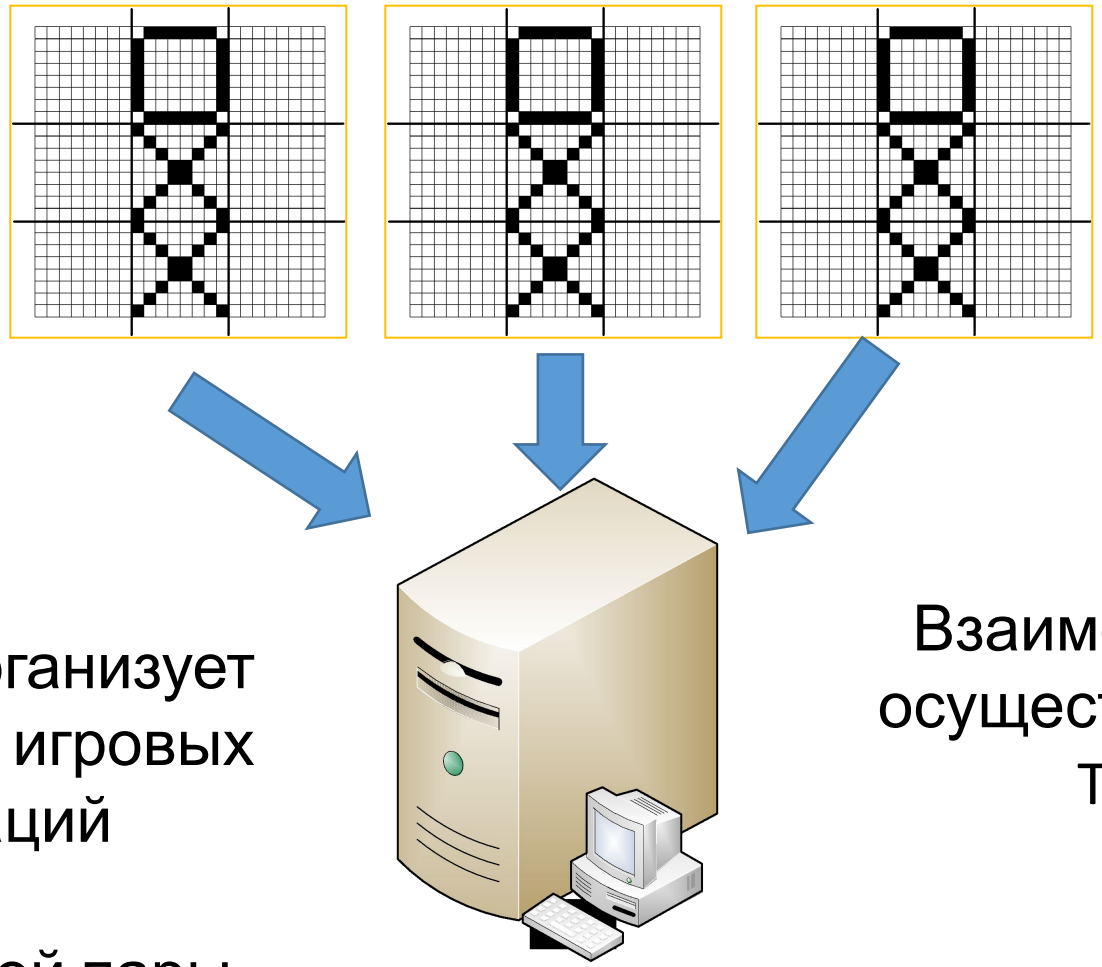
Имеется поле
3 на 3
«больших символов»
(библиотеки myTerm и
myBigChars)

Имеется место для
общения игроков
между собой

Контролем игры
занимается сервер



Серверное ПО



Сервер организует несколько игровых ситуаций

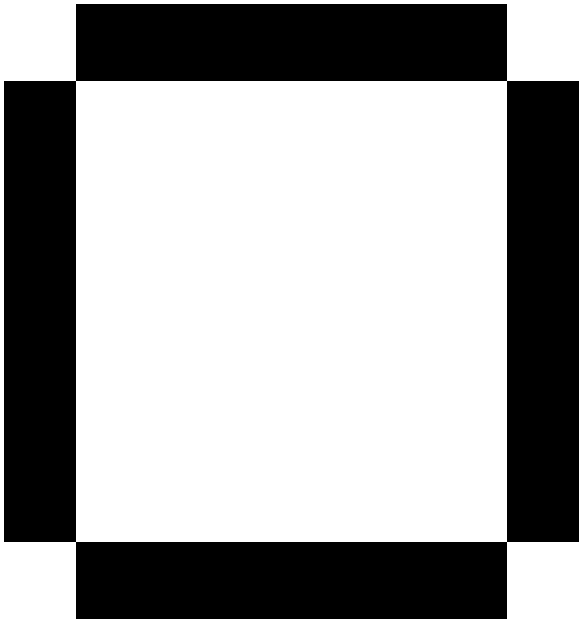
Для каждой пары поддерживается режим диалога

Взаимодействие осуществляется по TCP/IP

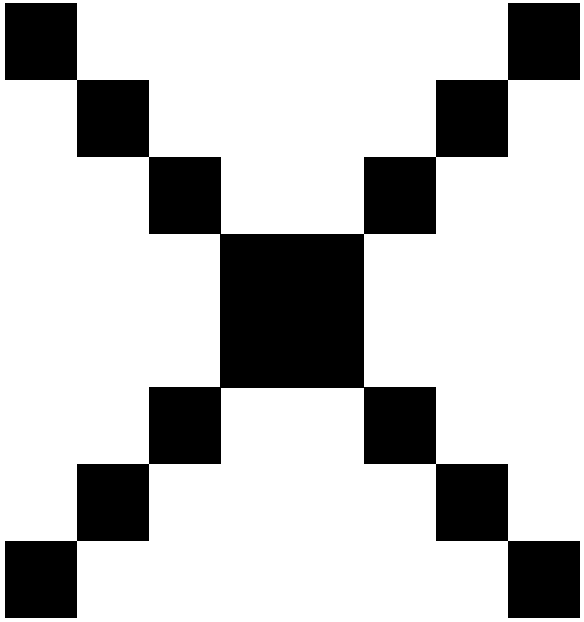
Часть 1. Разработка алгоритма игровой ситуации и протокола взаимодействия клиентской и серверной частей

4. С использованием библиотек MyTerm и BigChars, разработайте набор функций:
   - printBoard (struct board), выводящую на экран рабочее поле игры. Каждая ячейка поля представляется «большим» символом, само поле обведено в рамку. Рисунки символов «крестик» и «нолик» хранятся в одном файле (два больших символа, один - крестик, другой - нолик).
   - setBoardPos (struct board, int, int, enum tPosSign), устанавливающую в указанную позицию поля крестик или нолик
   - getBoardPos (struct board, int, int, enum tPosSign *), возвращает значение указанной позиции поля игры (крестик или нолик).
   - editBoard (struct board *, int *, int *), реализующую редактирование поля (в свободное место устанавливается крестик (F5) или нолик (F6), на занятое место установить ничего нельзя) и возвращающую позицию установленного

«Большой символ»



0	1	1	1	1	1	1	0	7 E
1	0	0	0	0	0	0	1	8 1
1	0	0	0	0	0	0	1	8 1
1	0	0	0	0	0	0	1	8 1
1	0	0	0	0	0	0	1	8 1
1	0	0	0	0	0	0	1	8 1
1	0	0	0	0	0	0	1	8 1
0	1	1	1	1	1	1	0	7 E



1	0	0	0	0	0	0	1	8 1
0	1	0	0	0	0	1	0	4 2
0	0	1	0	0	1	0	0	2 4
0	0	0	1	1	0	0	0	1 8
0	0	0	1	1	0	0	0	1 8
0	0	1	0	0	1	0	0	2 4
0	1	0	0	0	0	1	0	4 2
1	0	0	0	0	0	0	1	8 1

«Большой символ»

- terminfo – база данных, описывающая характеристики терминалов

```
man terminfo
```

- infocmp – вывод информации о характеристиках терминалов

```
infocmp -1L xterm
```

«Большой символ»

```
enter_alt_charset_mode=\E(0
ACS_CKBOARD  a  ▒
exit_alt_charset_mode=\E(B
```

```
#include <unistd.h>
#include <string.h>
#define ENTER_ALT_MODE "\E(0"
#define EXIT_ALT_MODE "\E(B"
#define ACS_CKBOARD "a"

int main()
{
    write(1, ENTER_ALT_MODE, strlen(ENTER_ALT_MODE));
    write(1, ACS_CKBOARD, strlen(ACS_CKBOARD));
    write(1, EXIT_ALT_MODE, strlen(EXIT_ALT_MODE));
    write(1, "\n", 1);
    write(1, ACS_CKBOARD, strlen(ACS_CKBOARD));
    return 0;
}
```

```
gcc alt_mode.c
./a.out
▒
a
```

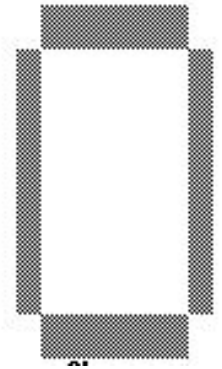
«Большой символ»

```
clear_screen=\E[H\E[2J
cursor_address=\E[%i%p1%d;%p2%dH
```

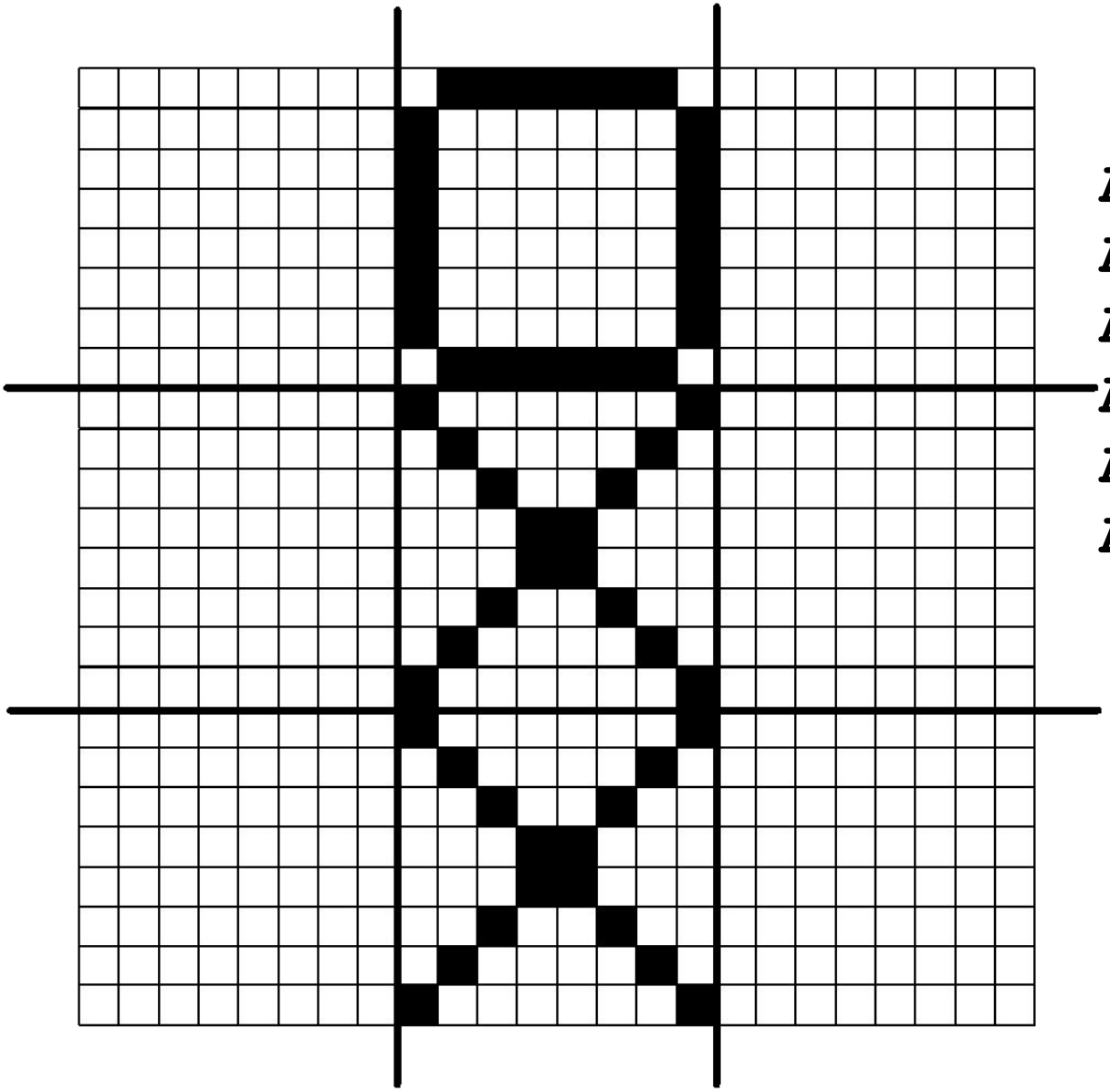
```
#define CLRSCR "\E[H\E[2J"
#define GOTOXY "\E[%d;%dH"
#define STDOUT 1
int clrscr(){
   if(write(STDOUT, CLRSCR, strlen(CLRSCR)) == -1)
   { return -1; }
   return 0;
}
int gotoXY(int x, int y){
   char buf[15];
   if(sprintf(buf, GOTOXY, x, y) > 0){
      if(write(STDOUT, buf, strlen(buf)) == -1){
         return -1;
      }
   }else{return -1;}
   return 0;
}
```

«Большой символ»

```
int main(){
    long int n = 0x7E8181818181817E;
    int i = 0, x = 10, y = 10;
    clrscr();
    for(i = sizeof(n)*8; i > 0; i--){
   long int j = (n >> (i - 1)) & 0x1;
   if((i % 8) == 0){
       x = x + 1;
       y = 10;
   }else{ y = y + 1; }
   gotoXY(x, y);
   if(j == 0) { write(1, " ", 1); }
   else {
       write(1, ENTER_ALT_MODE,
                                  strlen(ENTER_ALT_MODE));
       write(1, ACS_CKBOARD, strlen(ACS_CKBOARD));
       write(1, EXIT_ALT_MODE, strlen(EXIT_ALT_MODE));
   }
    }
    return 0;
}
```



Игровое поле



ACS_HLINE	q
ACS_VLINE	x
ACS_LLCORNER	m
ACS_LRCORNER	j
ACS_ULCORNER	l
ACS_URCORNER	k

Обработка нажатия клавиш

```
key_f5=\E[15~
key_f6=\E[17~
```

Режимы работы терминала:

- *Канонический* - информация передаётся в ЭВМ только в виде законченных строк (после нажатия «ENTER»);
- *Неканонический* - вводимая информация сразу поступает в ЭВМ

Режимы работы терминала

```
#include <termios.h>
#include <unistd.h>

int tcgetattr (int fd, struct termios *tsaved);
int tcsetattr (int fd, int actions, const struct
                                    termios *tnew);



struct termios{
tcflag_t c_iflag;
tcflag_t c_oflag;
tcflag_t c_lflag; // поведение терминала при обработке
                  // и передаче информации в ЭВМ
tcflag_t c_cflag;
tcflag_t c_cc[NCCS]; // перечень символов, которые
            // будут интерпретироваться как
                     // управляющие
};
```

Режимы работы терминала

```
struct termios tty, tty_new;
tcgetattr(1, &tty);

tty_new = tty;
tty_new.c_lflag &= ~(ICANON | ECHO);
tty_new.c_lflag |= ISIG; // разрешена обработка клавиш
                         // прерывания и аварийного
                         // завершения
tty_new.c_cc[VTIME] = 0; // read завершится только после
tty_new.c_cc[VMIN] = 1;  // того, как будут считаны VMIN
                         // символов
tcsetattr(1, TCSADRAIN, &tty_new);

...
```

```
int cmd = -1;
while(cmd != 0){
 read(1, &c, 1);
 switch(c){
     case '\033': cmd = 1;
           break;
        case '[':
          if(cmd == 1)
          {
             cmd = 2;
          }else{
             // Unknown key!
          }
          break;
     case '1':
          if(cmd == 2)
          {
             cmd = 3;
          }else{
             // Unknown key!
          }
          break;
```

```
case '5':
        if(cmd == 3)
        {
           cmd = 4;
        }else{
           // Unknown key!
        }
        break;
case '7':
        if(cmd == 3)
        {
           cmd = 4;
        }else{
           // Unknown key!
        }
        break;
```

```
    case '~':
          if(cmd == 4)
          {
              // F5!
              cmd = 0;
          }else if(cmd == 5)
          {
              // F6!
              cmd = 0;
          }else{
              // Unknown key!
          }
          break;
}
```

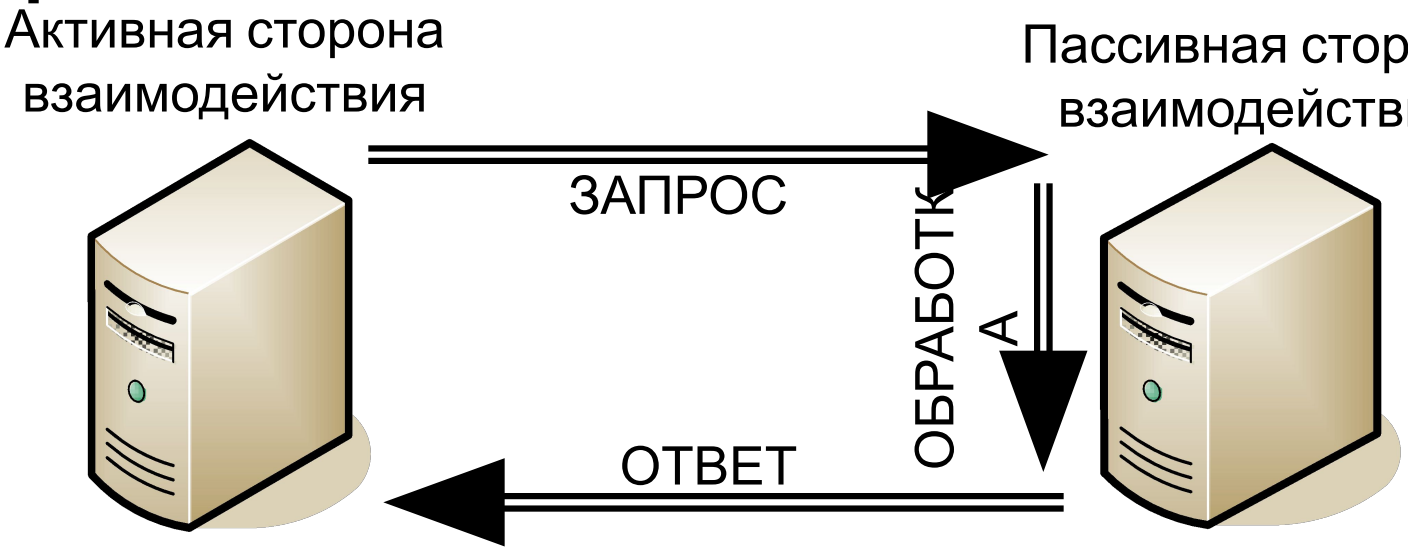
Часть 1. Разработка алгоритма игровой ситуации и протокола взаимодействия клиентской и серверной частей

5. Реализуйте простейшую программу-сервер.
   - При запуске анализируются параметры командной строки, в которых указывается
     - количество одновременно поддерживаемых игр (опция --count-games | -g). По умолчанию возможно проведение только одной игры.
     - номер порта, который будет использоваться сервером для ожидания начальных запросов от клиентов. По умолчанию используется порт 7777.
   - Сервер открывает сокет, «привязывает» его к соответствующему интерфейсу и порту и «слушает» его.
   - При подключении клиента передаем ему строку «HELLO <IP>», в которой вместо IP указывается адрес только что подключившегося клиента.
   - В течение 60 секунд ожидается подключение ещё одного клиента. Если клиент подключился, то ему отправляется строка «HELLO. YOU ARE NUMBER TWO. THE FIRST CLIENT IS <IP>», в которой вместо IP отправляется адрес первого подключившегося клиента. Первому клиенту в этом случае отправляется строка вида «CLIENT NUMBER TWO IS <IP>», в которой вместо IP указывается адрес второго подключившегося клиента.
   - Порт закрывается и сервер завершает свою работу.

Часть 1. Разработка алгоритма игровой ситуации и протокола взаимодействия клиентской и серверной частей

6. Клиент
   - При запуске анализирует параметры командной строки, в которых указывается:
     - адрес игрового сервера (опция --game-server | -s). По умолчанию используется адрес 127.0.0.1;
     - порт, на котором сервер ожидает сообщений от клиентов (опция --game-server-port | -p). По умолчанию используется порт 7777.
   - Клиент подключается к указанному серверу и порту.
   - Ожидает от сервера строку (в течение 60 секунд).
   - Если сервер присылает строку вида «HELLO <IP>», то ожидается (в течение 60 секунд) ещё одна строка вида «CLIENT NUMBER TWO IS <IP>».
   - На экран выводится адрес второго игрока.
   - Сокет закрывается и работа клиента завершается.

Распределенная система



Клиент

Передаёт серверу запрос, включающий требование выполнить какое-либо действие или выдать какую-либо информацию.

Ожидает ответа от сервера.

Клиент получает ответ от сервера.

Сервер

Ожидает от клиента запрос, включающий требование выполнить какое-либо действие или выдать какую-либо информацию.

Получив запрос, сервер обрабатывает его соответствующим образом и выдает клиенту ответ, содержащий результат его действий.

Распределенная система (РС)

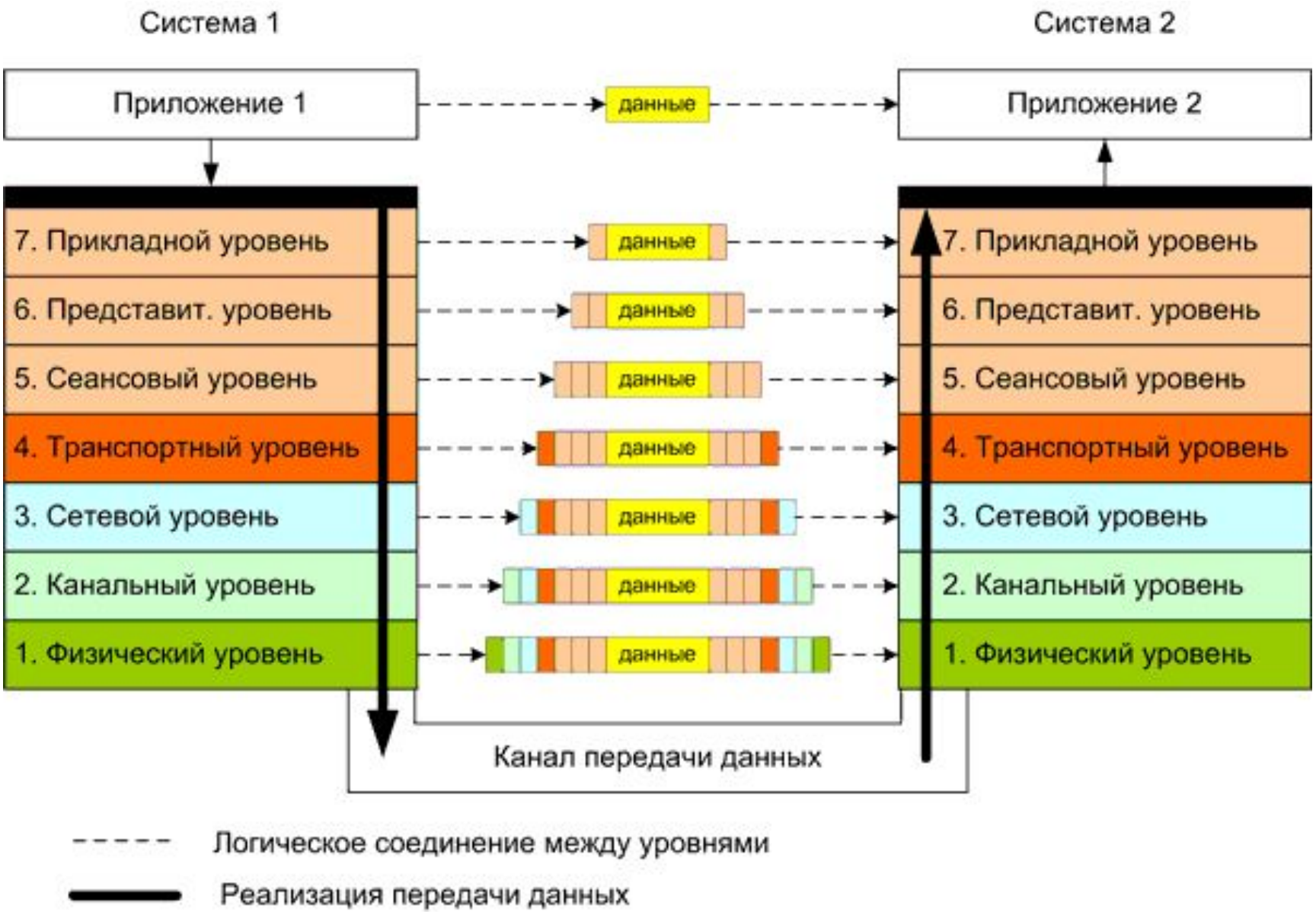
Вопрос. Как узлы РС могут взаимодействовать друг с другом?

Ответ. Только по средством передачи сообщений.

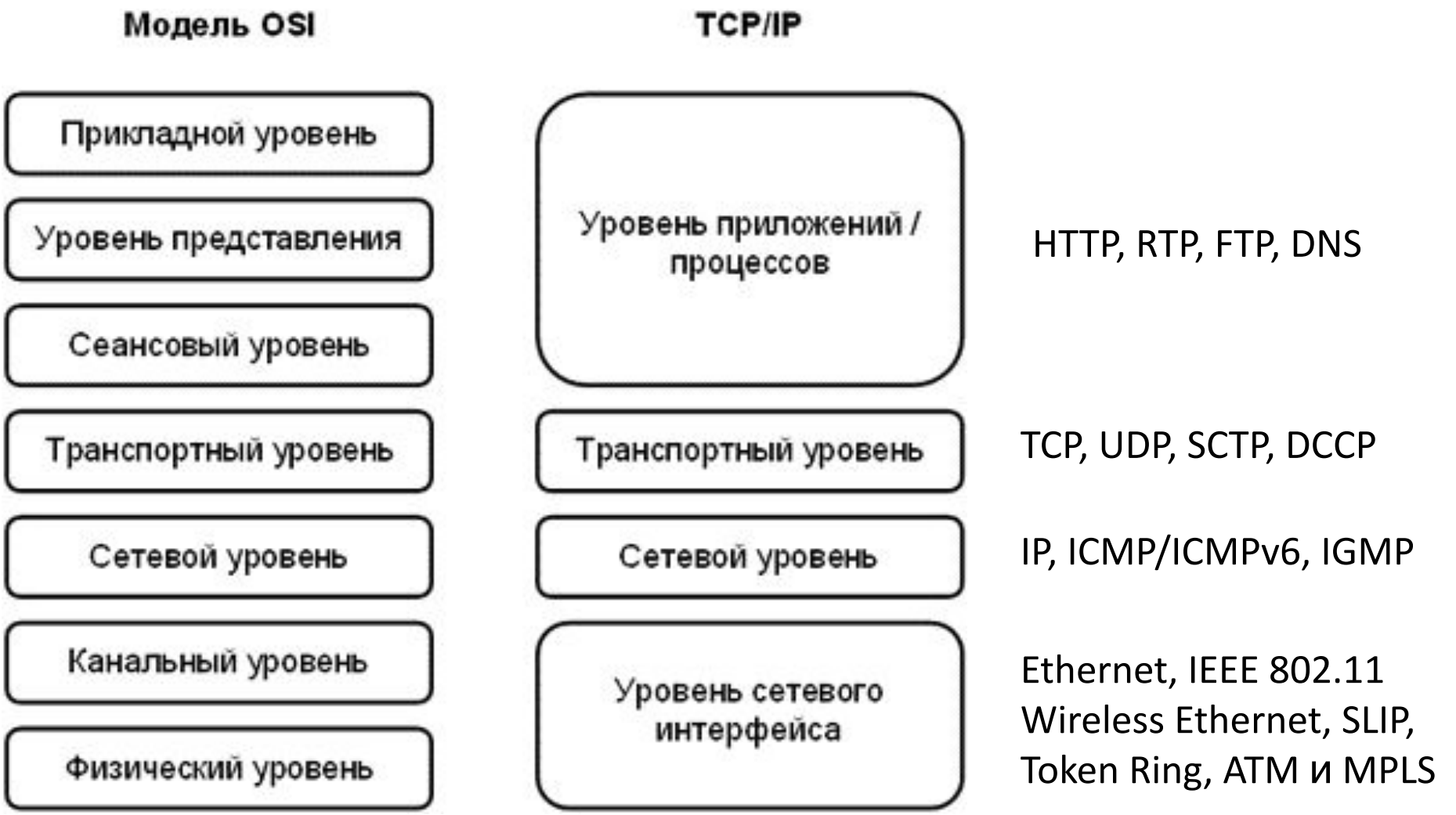
Вопрос. Что нужно реализовать, чтобы узлы РС «понимали» друг друга при передачи сообщений?

Ответ. Принцип открытой системы.

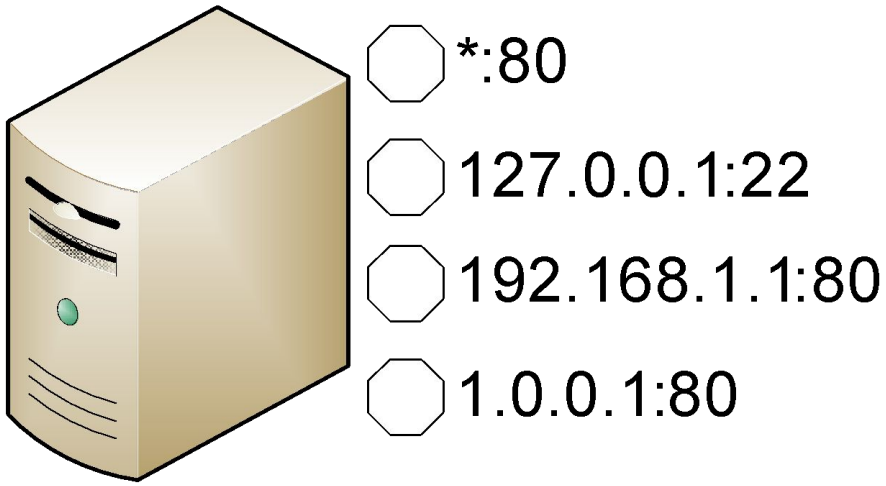
Модель OSI


Система 1
Система 2
Приложение 1
данные
Приложение 2
7. Прикладной уровень
6. Представит. уровень
5. Сеансовый уровень
4. Транспортный уровень
3. Сетевой уровень
2. Канальный уровень
1. Физический уровень
данные
данные
данные
данные
данные
данные
данные
7. Прикладной уровень
6. Представит. уровень
5. Сеансовый уровень
4. Транспортный уровень
3. Сетевой уровень
2. Канальный уровень
1. Физический уровень
Канал передачи данных
Логическое соединение между уровнями
Реализация передачи данных

Модель OSI — Стек TCP/IP



Сокеты




```
#include <sys/socket.h>
#include <sys/types.h>

int socket(int domain,
           int type,
              int protocol);
```

domain	PF_INET	Протоколы семейства IPv4
	PF_INET6	Протоколы семейства IPv6
	PF_LOCAL	Локальные именованные каналы
type	SOCK_STREAM	Протокол последовательной передачи данных с подтверждением доставки (TCP)
	SOCK_DGRAM	Протокол пакетной передачи данных без подтверждения доставки (UDP)
protocol	32-разрядное целое число с сетевым порядком следования байтов (0)	

Сокеты

```
#include <sys/socket.h>
#include <sys/types.h>
int connect(int sd, struct sockaddr *server,
            int addr_len);
```

```
struct sockaddr
{
  short int sa_family;
  char sa_data[14];
}
```

```
struct sockaddr_in
{
 sa_family_t sin_family;
 in_port_t sin_port;
 struct in_addr sin_addr;
 unsigned char sin_zero[8]
}
```

Сокеты

```
#define PORT 13
struct sockaddr_in dest;
char host[] = "127.0.0.1";
int sd;

/**** Создание сокета ****/
bzero(&dest, sizeof(dest));/* обнуляем структуру*/
dest.sin_family = AF_INET;/* выбираем протокол */
dest.sin_port = htons(PORT);/* выбираем порт */
inet_aton(host, &dest.sin_addr);/* задаем адрес*/

/* подключаемся! */
if(connect(sd, &dest, sizeof(dest)) != 0)
{
   perror(" socket connection ");
   abort();
}
```

Сокеты

```
#include <unistd.h>
ssize_t read(int fd, void *buf, size_t count);

int sd, bytes_read;
sd = socket (PF_INET, SOCK_STREAM, 0);
bytes_read = read(sd, buffer, MAXBUF);
if(bytes_read < 0)
{
  /* сообщить об ошибках; завершить работу */
}

#include <unistd.h>
int close(int fd);
```

Сокеты

Клиент	Сервер

`socket()`
`connect()`
`... // Обмен данными`
`close()`
	`socket()`
	`bind()`
	`listen()`
	`while()`
	`{`
	`  accept()`
	`  ... // Обмен данными`
	`  close() // клиент`
	`}`
	`close() // сервер`

Сокеты

```
#include <sys/types.h>
#include <sys/socket.h>

int bind(int sockfd, const struct sockaddr *addr,
         socklen_t addrlen);
int listen(int socket, int backlog) ;
int accept(int socket, struct sockaddr *address,
           socklen_t *address_len);
```

Форматы хранения данных

$$214259635_{10} = 0CC557B3_{16}$$

- *прямой* (от младшего к старшему, little-endian)

00	01	02	03
B3	57	C5	0C

- о*братный* (от старшего к младшему, big-endian)

03	02	01	00
B3	57	C5	0C

Форматы хранения данных

- Порядок байтов, задаваемый компьютером или сервером, называется *серверным*
- Порядок байтов, определяемый сетевыми протоколами, называется *сетевым* и всегда является **обратным**

Функции преобразования порядка байтов

```
dest.sin_family /* серверный порядок байтов */
dest.sin_port   /* сетевой порядок байтов */
dest.sin_addr   /* сетевой порядок байтов */

uint32_t htonl(uint32_t hostlong);  #include <arpa/inet.h>
uint16_t htons(uint16_t hostshort);
uint32_t ntohl(uint32_t netlong);
uint16_t ntohs(uint16_t netshort);
```

htonl ()	Из серверного порядка в сетевой длинный	32-разрядное число в обратном порядке
htons ()	Из серверного порядка в сетевой короткий	16-разрядное число в обратном порядке
ntohl()	Из сетевого порядка в серверный длинный	32-разрядное число в серверном порядке
ntohs()	Из сетевого порядка в серверный короткий	16-разрядное число в серверном порядке

Функции преобразования порядка байтов

```
dest.sin_family /* серверный порядок байтов */
dest.sin_port   /* сетевой порядок байтов */
dest.sin_addr   /* сетевой порядок байтов */
```

```
#include <sys/socket.h>
#include <netinet/in.h>
#include <arpa/inet.h>
int inet_aton(const char *cp, struct in_addr *inp);
char *inet_ntoa(struct in_addr in);
```

127.0.0.1 

inet_aton() Преобразует адрес из точечной записи (###.###.###.###) в двоичную форму с сетевым порядком следования байтов; возвращает нуль в случае неудачи и ненулевое значение, если адрес допустимый

inet_ntoa() Преобразует IP-адрес, представленный в двоичном виде с сетевым порядком следования байтов, в точечную запись

Пример клиента

```
int sd, res;
struct sockaddr_in server;
char snd_line[] = “Hello, server!”, recv_line[100];

sd = socket(PF_INET, SOCK_STREAM, 0);

bzero(&server, sizeof(struct sockaddr_in));
server.sin_family = AF_INET;
server.sin_port = htons(7777);
inet_aton("127.0.0.1", &(server.sin_addr));

connect(sd, (struct sockaddr *)&server, sizeof(server));

write(sd, snd_line, strlen(snd_line));
res = read(sd, recv_line, 100);

printf("Принято %d байт [%s].\n", res,
        recv_line);
close(sd);
```

Пример сервера

```
int sd, res, clientsd, client_size;
struct sockaddr_in server, client;
char snd_line[] = “Hello, client!”, recv_line[100];

sd = socket(PF_INET, SOCK_STREAM, 0);
bzero(&server, sizeof(struct sockaddr_in));
server.sin_family = AF_INET;
server.sin_port = htons(7777);
server.sin_addr.s_addr = htonl(INADDR_ANY);
bind(sd, (struct sockaddr *)&server, sizeof(server));
listen(sd, 10);
client_size = sizeof(struct sockaddr_in);
clientsd = accept(sd, (struct sockaddr *)&client,
                  &client_size);

res = read(clientsd, recv_line, 100);
write(clientsd, snd_line, strlen(snd_line));
printf("Принято %d байт [%s].\n", res, recv_line);
close(clientsd);
close(sd);
```

Пример клиента и сервера

Терминал сервера

Терминал клиента

user@user-pc:~/sockets$ ./server

Принято 14 байт [Hello, server!].

user@user-pc:~/sockets$ ./client
Принято 14 байт [Hello, client!].

Справочные материалы

- ✔ **Уолтон Ш.** Создание сетевых приложений в среде Linux. : Пер. с англ.— М.: Вильямс, 2001. — 464 с.
- ✔ **Иванов Н.Н.** Программирование в Linux. Самоучитель. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007. – 416 с.
- ✔ man