

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «**Национальный исследовательский университет ИТМО**»

Факультет Программной Инженерии и Компьютерной Техники

Лабораторная работа по СВВ №1
Принципы организации ввода/вывода без операционной системы

вариант: 1

Выполнил: Галиуллин Рашит Дамирович

Группа: Р3334

Санкт-Петербург, 2025г

Цель

Познакомится с принципами организации ввода/вывода без операционной системы на примере компьютерной системы на базе процессора с архитектурой RISC-V и интерфейсом OpenSBI с использованием эмулятора QEMU.

Задание

1. Реализовать функцию putchar вывода данных в консоль
2. Реализовать функцию getchar для получения данных из консоли
3. На базе реализованных функций putchar и getchar написать программу, позволяющую вызывать определенные варианты функции OpenSBI
4. посредством взаимодействия пользователя через меню
5. Запустить программу и выполнить вызов пунктов меню, получив результаты их работы
6. Оформить отчет по работе в электронном формате

Вариант

1. Get SBI specification version
2. Get number of counters
3. Get details of a counter (должно быть возможно задавать
 - 1. номер счетчика)
4. System Shutdown

Описание функций

putchar

```
void putchar(char ch)
{
    sbi_call(ch, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1); // Console Putchar (EID #0x01, FID #0)
}
```

FID = 0, EID = 1

getchar

```
int getchar(void)
{
    struct sbiret ret;
    ret.error = -1;
    while (ret.error == -1)
    {
        ret = sbi_call(0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 2);
    }
    return (char)ret.error;
}
```

FID = 0, EID = 2

Выполняется пока error != -1, так как в этом случае ничего не введено

Get SBI specification version

```
struct sbiret ret = sbi_call(0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0x10);
puts("SBI Specification Version (value): ");
print_hex(ret.value);
puts("\nSBI Specification Version (error): ");
print_hex(ret.error);
puts("\n");
break;
```

FID = 0, EID = 0x10

Menu:

1. Get SBI specification version
2. Get number of counters
3. Get details of a counter
4. System Shutdown

Enter choice (1-4): 1

SBI Specification Version (value): 0x02000000

SBI Specification Version (error): 0x00000000

Get number of counters

```
// Get number of counters (EID #0x504D55, FID #0)
struct sbiret ret = sbi_call(0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0x504D55);
puts("Number of counters: ");
print_hex(ret.value);
puts("\n");
break;
```

FID = 0, EID = 0x504D55

Menu:

1. Get SBI specification version
2. Get number of counters
3. Get details of a counter
4. System Shutdown

Enter choice (1-4): 2

Number of counters: 0x00000023

Get details of a counter (должно быть возможно задавать номер счетчика)

```
puts("Enter counter number: ");
int counter_id = read_number();
if (counter_id == -1)
{
    puts("Invalid counter number.\n");
    break;
}
struct sbiret ret = sbi_call(counter_id, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0x504D55);
puts("Counter details (value): ");
print_hex(ret.value);
puts("\nCounter details (error): ");
print_hex(ret.error);
puts("\n");
break;
```

FID = 1, EID = 0x504D55

Menu:

1. Get SBI specification version

2. Get number of counters

3. Get details of a counter

4. System Shutdown

Enter choice (1-4): 3

[Enter counter number: 5

Counter details (value): 0x0003fc05

Counter details (error): 0x00000000

..

Разбор возвращаемого значения struct sbiret для функции Get details of a counter

Функция используется для получения информации о конкретном счётчике производительности (PMU counter). Она возвращает структуру sbiret, содержащую два поля:

error — код ошибки выполнения вызова.

value — закодированная информация о счётчике.

Поле value содержит закодированные данные в битах, которые необходимо интерпретировать следующим образом:

Биты	Назначение
[11:0]	Номер CSR (12-битное значение)
[17:12]	Ширина счётчика (на единицу меньше реальной)
[XLEN-2:18]	Зарезервировано для будущего использования
[XLEN-1]	Тип счётчика (0 — аппаратный, 1 — программный)

Примечание: Если type == 1 (программный счётчик), поля csr и width следует игнорировать.

Пример разбора ret.value = 0x0003FC05

0x0003FC05 = 0000 0000 0000 0011 1111 1100 0000 0101

Поле	Биты	Значение (бинарно)	Значение (десятичное/интерпретация)
CSR	[11:0]	0000 0000 0101	0x005 = 5 (номер CSR)

Width	[17:12]	111100	0x3C = 60 → ширина = 60 + 1 = 61 бит
Reserved	[30:18]	00000000000000	Зарезервировано (не используется)
Type	[31]	0	0 → аппаратный счётчик (hardware)

Это аппаратный счётчик (type = 0), у которого:

CSR номер: 5

Ширина счётчика: 61 бит

Возможные значения error

Значение error	Описание
SBI_SUCCESS (0)	Вызов успешен, данные в value валидны
SBI_ERR_INVALID_PARAM (-2)	Неверный индекс счётчика counter_idx, данные невалидны

System Shutdown

```
puts("System Shutdown initiated\n");
sbi_call(0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0x08);
break;
```

FID = 0, FID = 0x08

Menu:

1. Get SBI specification version
2. Get number of counters
3. Get details of a counter
4. System Shutdown

Enter choice (1-4): 4

System Shutdown initiated

admin@MacBook-Pro-RushB 1lab %

Вывод

В ходе работы я ознакомился с методами взаимодействия между программными модулями, изучил команды вызова и возврата из подпрограмм (CALL и RET), освоил работу со стеком, а также проанализировал последовательность выполнения команд на базе вычислительной машины при обработке взаимосвязанных программных комплексов.