

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В. Г. ШУХОВА»  
(БГТУ им. В.Г. Шухова)**

Кафедра программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем

## **Лабораторная работа №6**

по дисциплине: Алгоритмы и структуры данных  
тема: Структуры данных «стек» и «очередь» (Pascal/C)

Выполнил: ст. группы ПВ-223  
Пахомов Владислав Андреевич

Проверили: асс. Солонченко Роман  
Евгеньевич

Белгород 2023г.

**Лабораторная работа №6**  
**Структуры данных «стек» и «очередь» (Pascal/C)**  
**Вариант 8**

**Цель работы:** изучить СД типа «стек» и «очередь», научиться их программно реализовывать и использовать.

1. Для СД типа «стек» определить:

1.1. Абстрактный уровень представления СД:

1.1.1. Характер организованности и изменчивости.

Характер организованности - **линейный**. Характер изменчивости - **динамический**.

1.1.2. Набор допустимых операций.

Инициализация, включение элемента, исключение элемента, чтение текущего элемента, проверка пустоты стека, уничтожение стрекка.

1.2. Физический уровень представления СД:

1.2.1. Схему хранения.

Схема хранения - **связный**.

1.2.2. Объем памяти, занимаемый экземпляром СД.

Размер СД состоит из размера дескриптора, размера фиктивного элемента и размера всех элементов. Размер дескриптора: указатель на начало (машинное слово - 4 байт), рабочий указатель (машинное слово - 4 байт) и количество элементов (int - 4 байт). Размер элементов:  $1 + N \cdot (sizeof(BaseType) + 4)$  байт.  $V = 13 + N \cdot (sizeof(BaseType) + 4)$

1.2.3. Формат внутреннего представления СД и способ его интерпретации.

Дескриптор находится в статической памяти, элементы ОЛС находятся в динамической памяти.

1.2.4. Характеристики допустимых значений.

$Car(C) = 1 + Car(BaseType) + Car(BaseType)^2 + \dots + Car(BaseType)^{max}$ .

1.2.5. Тип доступа к элементам.

Тип доступа к элементам - **последовательный**.

1.3. Логический уровень представления СД.

1.3.1. Способ описания СД и экземпляра СД на языке программирования.

```
Stack l;  
InitStack(&l);
```

Для СД типа «очередь» определить:

1.1. Абстрактный уровень представления СД:

1.1.1. Характер организованности и изменчивости.

Характер организованности - **линейный**. Характер изменчивости - **динамический**.

1.1.2. Набор допустимых операций.

Инициализация, включение элемента, исключение элемента, чтение текущего элемента, проверка пустоты очереди, уничтожение очереди.

1.2. Физический уровень представления СД:

1.2.1. Схему хранения.

Схема хранения - **последовательный**.

1.2.2. Объем памяти, занимаемый экземпляром СД.

Дескриптор содержит 3 поля типа `int` - индекс головы, хвоста и количество элементов.  $V = 3 \cdot 4 + N \cdot (\text{sizeof}(\text{BaseType}))$ , где  $N$  - максимальное количество элементов.

1.2.3. Формат внутреннего представления СД и способ его интерпретации.

СД находится в статической памяти.

1.2.4. Характеристику допустимых значений.

$Car(C) = 1 + Car(\text{BaseType}) + Car(\text{BaseType})^2 + \dots + Car(\text{BaseType})^N$ .

1.2.5. Тип доступа к элементам.

Тип доступа к элементам - **последовательный**.

1.3. Логический уровень представления СД.

1.3.1. Способ описания СД и экземпляра СД на языке программирования.

```
Queue q;  
InitQueue(&q);
```

2. Реализовать СД типа «стек» и «очередь» в соответствии с вариантом индивидуального задания в виде модуля.

main.c (тесты)

```
#include <algc.h>  
  
#include <stdio.h>  
#include <assert.h>  
#include <string.h>  
  
void testPutStack() {  
    Stack s1;  
    InitStack(&s1);  
  
    PutStack(&s1, 1);  
    assert(StackError == StackOk);  
}
```

```

    PutStack(&s1, 2);
    assert(StackError == StackOk);
    PutStack(&s1, 3);
    assert(StackError == StackOk);

    int e;
    GetStack(&s1, &e);
    assert(e == 3);
    GetStack(&s1, &e);
    assert(e == 2);
    GetStack(&s1, &e);
    assert(e == 1);

    DoneStack(&s1);
}

void testGetStack() {
    Stack s1;
    InitStack(&s1);
    int e;
    GetStack(&s1, &e);
    assert(StackError == StackUnder);

    PutStack(&s1, 1);
    PutStack(&s1, 2);
    PutStack(&s1, 3);

    GetStack(&s1, &e);
    assert(e == 3 && StackError == StackOk);
    GetStack(&s1, &e);
    assert(e == 2 && StackError == StackOk);
    GetStack(&s1, &e);
    assert(e == 1 && StackError == StackOk);
    GetStack(&s1, &e);
    assert(StackError == StackUnder);

    DoneStack(&s1);
}

void testEmptyStack() {
    Stack s1;
    InitStack(&s1);

```

```

    assert(EmptyStack(s1) && StackError == StackOk);

    PutStack(&s1, 1);
    assert(!EmptyStack(s1) && StackError == StackOk);

    PutStack(&s1, 2);
    assert(!EmptyStack(s1) && StackError == StackOk);

    PutStack(&s1, 3);
    assert(!EmptyStack(s1) && StackError == StackOk);

    DoneStack(&s1);
}

```

```

void testReadStack() {
    Stack s1;
    InitStack(&s1);
    int e;
    ReadStack(&s1, &e);
    assert(StackError == StackUnder);

    PutStack(&s1, 1);
    ReadStack(&s1, &e);
    assert(e == 1 && StackError == StackOk);

    PutStack(&s1, 2);
    ReadStack(&s1, &e);
    assert(e == 2 && StackError == StackOk);

    PutStack(&s1, 3);
    ReadStack(&s1, &e);
    assert(e == 3 && StackError == StackOk);

    DoneStack(&s1);
}

```

```

void testStack() {
    testPutStack();
    testGetStack();
    testEmptyStack();
    testReadStack();
}

```

```
}
```

```
void testPutQueue() {
```

```
    Queue q1;
```

```
    InitQueue(&q1);
```

```
    PutQueue(&q1, 1);
```

```
    assert(QueueError == QueueOk);
```

```
    PutQueue(&q1, 2);
```

```
    assert(QueueError == QueueOk);
```

```
    PutQueue(&q1, 3);
```

```
    assert(QueueError == QueueOk);
```

```
    int e;
```

```
    GetQueue(&q1, &e);
```

```
    GetQueue(&q1, &e);
```

```
    GetQueue(&q1, &e);
```

```
    for (int i = 0; i < QueueSize; i++) {
```

```
        PutQueue(&q1, 1);
```

```
        assert(QueueError == QueueOk);
```

```
    }
```

```
    PutQueue(&q1, 1);
```

```
    assert(QueueError == QueueOver);
```

```
}
```

```
void testGetQueue() {
```

```
    Queue q1;
```

```
    InitQueue(&q1);
```

```
    int e;
```

```
    GetQueue(&q1, &e);
```

```
    assert(QueueError == QueueUnder);
```

```
    PutQueue(&q1, 1);
```

```
    PutQueue(&q1, 2);
```

```
    PutQueue(&q1, 3);
```

```
    GetQueue(&q1, &e);
```

```
    assert(QueueError == QueueOk && e == 1);
```

```
    GetQueue(&q1, &e);
```

```
    assert(QueueError == QueueOk && e == 2);
```

```
    GetQueue(&q1, &e);
```

```
    assert(QueueError == QueueOk && e == 3);
```

```
}
```

```

void testEmptyQueue() {
    Queue q1;
    InitQueue(&q1);
    assert(EmptyQueue(&q1) && QueueError == QueueOk);

    for (int i = 0; i < 1000; i++) {
        PutQueue(&q1, 1);
        assert(!EmptyQueue(&q1) && QueueError == QueueOk);
    }
}

void testReadQueue() {
    Queue q1;
    InitQueue(&q1);
    int e;
    ReadQueue(&q1, &e);
    assert(QueueError == QueueUnder);

    PutQueue(&q1, 1);
    ReadQueue(&q1, &e);
    assert(QueueError == QueueOk && e == 1);
    PutQueue(&q1, 2);
    ReadQueue(&q1, &e);
    assert(QueueError == QueueOk && e == 1);
}

void testQueue() {
    testPutQueue();
    testGetQueue();
    testEmptyQueue();
    testReadQueue();
}

void test() {
    testStack();
    testQueue();
}

int main() {
    test();

    return 0;
}

```

```
}
```

## stack.h (заголовки)

```
#ifndef STACK
#define STACK

#define SINGLY_CONNECTED_LIST_CUSTOM_BASE_TYPE

#ifndef CUSTOM_BASE_TYPE
typedef int BaseType;
#endif

#include <Lab5/singlyconnectedlist.h>

#define StackOk ListOk
#define StackUnder ListUnder
#define StackOver ListNotMem

extern int StackError;

typedef List Stack;

void InitStack(Stack *s);
void PutStack(Stack *s, BaseType E);
void GetStack(Stack *s, BaseType *E);
int EmptyStack(Stack s);
void ReadStack(Stack *s, BaseType *E);
void DoneStack(Stack *s);

#endif
```

## queue.h (заголовки)

```
#ifndef QUEUE
#define QUEUE

#define QueueSize 1000

#define QueueOk 0
#define QueueUnder 1
#define QueueOver 2
```



```

extern int QueueError;

#ifdef CUSTOM_BASE_TYPE
typedef int BaseType;
#elseif

typedef struct {
    BaseType Buf[QueueSize];
    unsigned Uk1; // Голова
    unsigned Uk2; // Хвост
    unsigned N;
} Queue;

void InitQueue(Queue* f);
void PutQueue(Queue *f, BaseType E);
void GetQueue(Queue *f, BaseType *E);
void ReadQueue(Queue *f, BaseType *E);
int EmptyQueue(Queue *f);

#endif

```

stack.c (реализации функций)

```

#include <lab5/singlyconnectedlist.h>
#include <lab6/stack.h>

int StackError = StackOk;

void InitStack(Stack *s) {
    InitList(s);

    StackError = ListError;
}

void PutStack(Stack *s, BaseType E) {
    PutList(s, E);

    StackError = ListError;
}

void GetStack(Stack *s, BaseType *E) {
    GetList(s, E);
}

```

```

    StackError = ListError;
}

int EmptyStack(Stack s) {
    StackError = StackOk;

    return s.N == 0;
}

void ReadStack(Stack *s, BaseType *E) {
    ReadList(s, E);

    StackError = ListError;
}

void DoneStack(Stack *s) {
    DoneList(s);

    StackError = ListError;
}

```

queue.c (реализации функций)

```

#include <lab6/queue.h>

int QueueError = QueueOk;

void InitQueue(Queue* f) {
    f->Uk1 = 0;
    f->Uk2 = 0;
    f->N = 0;

    QueueError = QueueOk;
}

void PutQueue(Queue *f, BaseType E) {
    if (f->N >= QueueSize) {
        QueueError = QueueOver;
        return;
    }

    QueueError = QueueOk;
    f->Buf[f->Uk2] = E;
}

```

```

    f->Uk2 = (f->Uk2 + 1) % QueueSize;
    f->N++;
}

void GetQueue(Queue *f, BaseType *E) {
    if (f->N <= 0) {
        QueueError = QueueUnder;
        return;
    }

    QueueError = QueueOk;
    *E = f->Buf[f->Uk1];
    f->Uk1 = (f->Uk1 + 1) % QueueSize;
    f->N--;
}

void ReadQueue(Queue *f, BaseType *E) {
    if (f->N <= 0) {
        QueueError = QueueUnder;
        return;
    }

    QueueError = QueueOk;
    *E = f->Buf[f->Uk1];
}

int EmptyQueue(Queue *f) {
    QueueError = QueueOk;

    return f->N == 0;
}

```

### 3. Текст программы моделирования системы. main.c (основная программа)

```

typedef struct {
    char Name[10]; // имя запроса
    unsigned Time; // время обслуживания
    char T; // тип задачи 1 - T1, 2 - T2
} TInquiry;

#define CUSTOM_BASE_TYPE

```

```

typedef TInquiry BaseType;

#define TInquiryType1 1
#define TInquiryType2 2

#include <stddef.h>
#include <stdio.h>
#include <time.h>
#include <string.h>

#include <algc.h>
#include "../libs/alg/lab5/task2.c"
#include "../libs/alg/lab6/queue.c"
#include "../libs/alg/lab6/stack.c"

void gen(Queue *F1, Queue *F2) {
    char tmp;
    printf("Input first task type amount (leave -1 for random from 1 to 5): ");
    int f1Amount;
    scanf("%d", &f1Amount);
    if (f1Amount < 0) {
        f1Amount = 1 + rand() % 5;
        printf("%d tasks\n", f1Amount);
    }
    gets(&tmp);

    for (int i = 0; i < f1Amount; i++) {
        printf("Input task name (leave blank for random): ");
        TInquiry f1Task;
        f1Task.T = TInquiryType1;
        gets(f1Task.Name);
        if (!f1Task.Name[0]) {
            int j = 0;
            while (j < sizeof(f1Task.Name) - 1 && rand() % 10 < 7)
                f1Task.Name[j++] = 'a' + rand() % ('z' - 'a');

            f1Task.Name[j] = '\0';

            printf("Task name: %s\n", f1Task.Name);
        }

        printf("Input task time (leave 0 for random from 1 to 7): ");
        scanf("%d", &f1Task.Time);
    }
}

```

```

    gets(&tmp);
    if (f1Task.Time == 0) {
        f1Task.Time = 1 + rand() % 7;

        printf("Task time: %d\n", f1Task.Time);
    }

    PutQueue(F1, f1Task);
}

printf("Input second task type amount (leave -1 for random from 1 to 5): ");
int f2Amount;
scanf("%d", &f2Amount);
if (f2Amount < 0) {
    f2Amount = 1 + rand() % 5;
    printf("%d tasks\n", f2Amount);
}
gets(&tmp);

for (int i = 0; i < f2Amount; i++) {
    printf("Input task name (leave blank for random): ");
    TInquiry f2Task;
    f2Task.T = TInquiryType2;
    gets(f2Task.Name);
    if (!f2Task.Name[0]) {
        int j = 0;
        while (j < sizeof(f2Task.Name) - 1 && rand() % 10 < 7)
            f2Task.Name[j++] = 'a' + rand() % ('z' - 'a');

        f2Task.Name[j] = '\0';

        printf("Task name: %s\n", f2Task.Name);
    }

    printf("Input task time (leave 0 for random from 1 to 7): ");
    scanf("%d", &f2Task.Time);
    gets(&tmp);
    if (f2Task.Time == 0) {
        f2Task.Time = 1 + rand() % 7;

        printf("Task time: %d\n", f2Task.Time);
    }
}

```

```

        PutQueue(F2, f2Task);
    }
}

void outputTInquiry(TInquiry t) {
    printf("=====\n\n");
    printf("Name: %s\n", t.Name);
    printf("Time: %u\n", t.Time);
    printf("Type: %s\n", t.T == TInquiryType1 ? "1" : t.T == TInquiryType2 ? "2" :
        ↪ "unknown");
    printf("\n");
}

int main() {
    srand(time(0));

    Stack S;
    InitStack(&S);

    Queue F1, F2;
    InitQueue(&F1);
    InitQueue(&F2);
    gen(&F1, &F2);

    TInquiry *P1 = NULL, *P2 = NULL;

    while (1) {
        if (P1 != NULL) {
            P1->Time--;

            if (!P1->Time) {
                free(P1);
                P1 = NULL;
            }
        }

        if (P2 != NULL) {
            P2->Time--;

            if (!P2->Time) {
                free(P2);
                P2 = NULL;
            }
        }
    }
}

```

```

}

if (!EmptyQueue(&F1)) {
    if (P1 == NULL) {
        P1 = malloc(sizeof(TInquiry));
        GetQueue(&F1, P1);
    } else if (P1->T == 2 && P2 == NULL) {
        P2 = malloc(sizeof(TInquiry));
        P2 = P1;
        GetQueue(&F1, P1);
    } else {
        TInquiry t;
        GetQueue(&F1, &t);
        PutStack(&S, t);
    }
} else if (P1 == NULL && P2 != NULL && !EmptyStack(S)){
    P1 = malloc(sizeof(TInquiry));
    GetStack(&S, P1);
}

if (!EmptyQueue(&F2)) {
    if (P2 == NULL) {
        P2 = malloc(sizeof(TInquiry));
        GetQueue(&F2, P2);
    } else if (P1 == NULL && EmptyQueue(&F1)) {
        P1 = malloc(sizeof(TInquiry));
        GetQueue(&F2, P1);
    }
} else if (P2 == NULL && !EmptyStack(S)) {
    P2 = malloc(sizeof(TInquiry));
    GetStack(&S, P2);
}

printf("Tasks in first queue:\n");
for (int i = F1.Uk1; i != F1.Uk2; i = (i + 1) % QueueSize) {
    TInquiry t = F1.Buf[i];
    outputTInquiry(t);
}

printf("Tasks in second queue:\n");
for (int i = F2.Uk1; i != F2.Uk2; i = (i + 1) % QueueSize) {
    TInquiry t = F1.Buf[i];
    outputTInquiry(t);
}

```

```

if (P1 == NULL) {
    printf("P1 is not busy.\n");
} else {
    printf("P1 current task:\n");
    outputTInquiry(*P1);
}

if (P2 == NULL) {
    printf("P2 is not busy.\n");
} else {
    printf("P2 current task:\n");
    outputTInquiry(*P2);
}

printf("Tasks in stack:\n");
ptrel stackTask = S.Start->next;
while (stackTask != NULL) {
    outputTInquiry(stackTask->data);

    stackTask = stackTask->next;
}

while (1) {
    printf("Type g to add more tasks, n for next iteration, e to exit program\n");
    int input = getchar();

    if (input == 'g') {
        gen(&F1, &F2);
    } else if (input == 'n') {
        break;
    } else if (input == 'e') {
        return 0;
    }

    getchar();
}

return 0;

```



}

Результаты работы программы:

Время	Объекты	Задачи
0	$F_1$	(F1T0, 5), (F1T1, 3), (F1T2, 2)
	$F_2$	(F2T0, 7), (F2T1, 7), (F2T2, 5), (F2T3, 4), (F2T4, 7)
	$S$	
	$P_1$	
	$P_2$	
1	$F_1$	(F1T1, 3), (F1T2, 2)
	$F_2$	(F2T1, 7), (F2T2, 5), (F2T3, 4), (F2T4, 7)
	$S$	
	$P_1$	(F1T0, 5)
	$P_2$	(F2T0, 7)
2	$F_1$	(F1T2, 2)
	$F_2$	(F2T1, 7), (F2T2, 5), (F2T3, 4), (F2T4, 7)
	$S$	(F1T1, 3)
	$P_1$	(F1T0, 4)
	$P_2$	(F2T0, 6)
3	$F_1$	
	$F_2$	(F2T1, 7), (F2T2, 5), (F2T3, 4), (F2T4, 7)
	$S$	(F1T2, 2), (F1T1, 3)
	$P_1$	(F1T0, 3)
	$P_2$	(F2T0, 5)
4	$F_1$	
	$F_2$	(F2T1, 7), (F2T2, 5), (F2T3, 4), (F2T4, 7)
	$S$	(F1T2, 2), (F1T1, 3)
	$P_1$	(F1T0, 2)
	$P_2$	(F2T0, 4)
5	$F_1$	
	$F_2$	(F2T1, 7), (F2T2, 5), (F2T3, 4), (F2T4, 7)
	$S$	(F1T2, 2), (F1T1, 3)
	$P_1$	(F1T0, 1)
	$P_2$	(F2T0, 3)
6	$F_1$	
	$F_2$	(F2T1, 7), (F2T2, 5), (F2T3, 4), (F2T4, 7)
	$S$	(F1T1, 3)
	$P_1$	(F1T2, 2)
	$P_2$	(F2T0, 2)
7	$F_1$	
	$F_2$	(F2T1, 7), (F2T2, 5), (F2T3, 4), (F2T4, 7)
	$S$	(F1T1, 3)
	$P_1$	(F1T2, 1)

	$P_2$	(F2T0, 1)
8	$F_1$	
	$F_2$	(F2T2, 5), (F2T3, 4), (F2T4, 7)
	$S$	(F1T1, 3)
	$P_1$	
	$P_2$	(F2T1, 7)
9	$F_1$	
	$F_2$	(F2T2, 5), (F2T3, 4), (F2T4, 7)
	$S$	
	$P_1$	(F1T1, 3)
	$P_2$	(F2T1, 6)
10	$F_1$	
	$F_2$	(F2T2, 5), (F2T3, 4), (F2T4, 7)
	$S$	
	$P_1$	(F1T1, 2)
	$P_2$	(F2T1, 5)
11	$F_1$	
	$F_2$	(F2T2, 5), (F2T3, 4), (F2T4, 7)
	$S$	
	$P_1$	(F1T1, 1)
	$P_2$	(F2T1, 4)
12	$F_1$	
	$F_2$	(F2T3, 4), (F2T4, 7)
	$S$	
	$P_1$	(F2T2, 5)
	$P_2$	(F2T1, 3)
13	$F_1$	
	$F_2$	(F2T3, 4), (F2T4, 7)
	$S$	
	$P_1$	(F2T2, 4)
	$P_2$	(F2T1, 2)
14	$F_1$	
	$F_2$	(F2T3, 4), (F2T4, 7)
	$S$	
	$P_1$	(F2T2, 3)
	$P_2$	(F2T1, 1)
15	$F_1$	
	$F_2$	(F2T4, 7)
	$S$	
	$P_1$	(F2T2, 2)
	$P_2$	(F2T3, 4)
16	$F_1$	
	$F_2$	(F2T4, 7)
	$S$	
	$P_1$	(F2T2, 1)
	$P_2$	(F2T3, 3)

17	$F_1$	
	$F_2$	
	$S$	
	$P_1$	(F2T4, 7)
	$P_2$	(F2T3, 2)
18	$F_1$	
	$F_2$	
	$S$	
	$P_1$	(F2T4, 6)
	$P_2$	(F2T3, 1)
19	$F_1$	
	$F_2$	
	$S$	
	$P_1$	(F2T4, 5)
	$P_2$	
20	$F_1$	
	$F_2$	
	$S$	
	$P_1$	(F2T4, 4)
	$P_2$	
21	$F_1$	
	$F_2$	
	$S$	
	$P_1$	(F2T4, 3)
	$P_2$	
22	$F_1$	
	$F_2$	
	$S$	
	$P_1$	(F2T4, 2)
	$P_2$	
23	$F_1$	
	$F_2$	
	$S$	
	$P_1$	(F2T4, 1)
	$P_2$	
24	$F_1$	
	$F_2$	
	$S$	
	$P_1$	
	$P_2$	

**Вывод:** в ходе лабораторной работы изучили СД типа «стек» и «очередь», научились их программно реализовывать и использовать.