Абстрактные типы данных C++

Алгоритмы
и алгоритмические языки

goo.gl/c8pyqx

Лекция 6, 10 октября, 2017

Лектор:

Дмитрий Северов, кафедра информатики 608 КПМ

dseverov@mail.mipt.ru

http://cs.mipt.ru/wp/?page_id=6077

Пример 4: односвязный список

- **Определение формата узла списка**

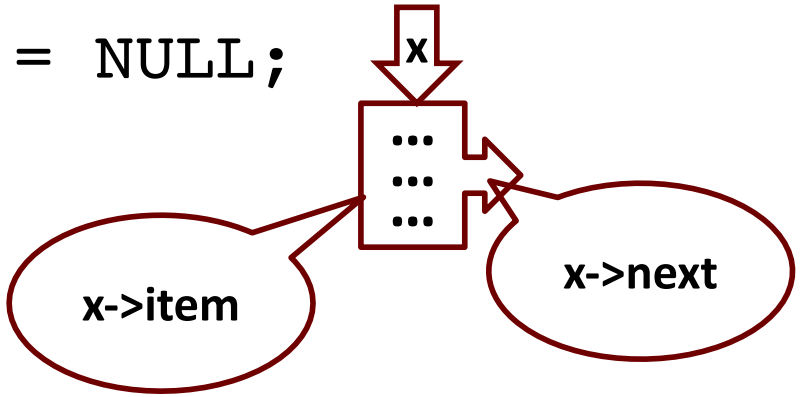
```
struct node { My_type item;
  struct node *next; };
typedef struct node *link;
```

- **Выделение памяти для узла списка**

```
link x = (link)malloc(sizeof(struct node));
```

- **Инициализация элементов узла**

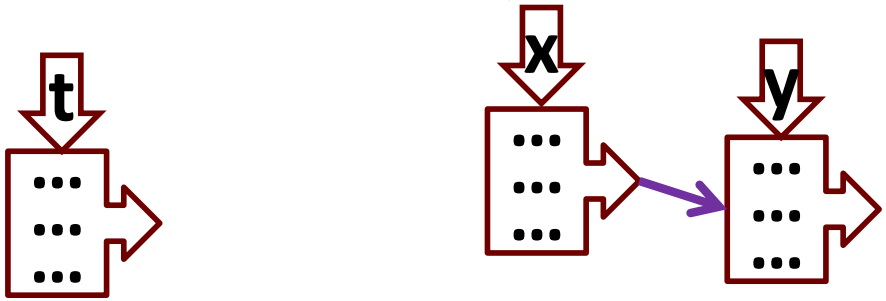
```
(*x).item = …; x->next = NULL;
```



Объединение элементов в список (1)

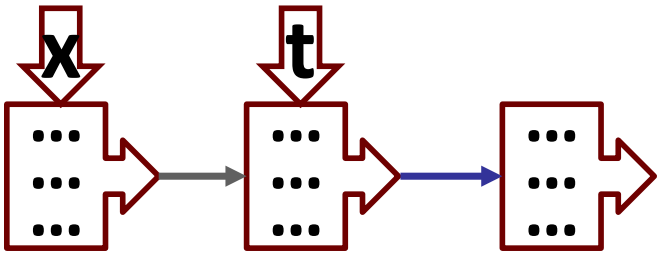
- **Вставка узла t за текущим узлом x**

```
t->next = x->next; x->next = t;
```



- **Удаление узла, следующего за x**

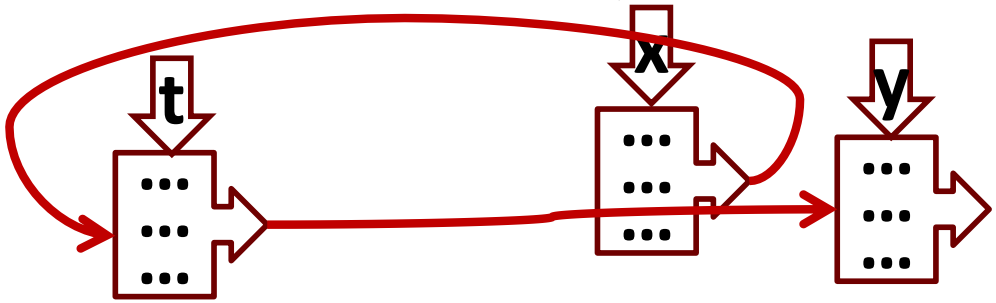
```
t = x->next; x->next=t->next; free(t);
```



Объединение элементов в список (1)

- **Вставка узла t за текущим узлом x**

```
t->next = x->next; x->next = t;
```



- **Удаление узла, следующего за x**

```
t = x->next; x->next=t->next; free(t);
```

«ЧТО ПОЗВОЛЕНО ЮПИТЕРУ …»

```
#include <stdio.h>
#define N …
int a[N],b[N];

int main() {
  …
  a=b;    // ошибка
  …
return 0; }
```

```
#include <stdio.h>
#define N …
struct { int a[N];
  } a,b;
int main() {
  …
  a=b;    //разрешено
  …
return 0; }
```

Dev-C++ 4.9.9.2

Файл Правка Поиск Вид Проект Выполнить Отладка Сервис CVS Окно Справка

Создать Вставить Переключить Перейти

Проект | Классы | Отладка

tst9.cpp

```
#include <iostream>

const int N=30;
struct { int a[N]; } a,b;

int main() {
    for(int i=0; i<N; i++) { b.a[i]=i; a.a[i]=0; }
    a=b;
    for(int i=0; i<N; i++) std::cout << a.a[i] << ' '; std::cout << std::endl;

    return 0;
}
```

d:\A1\Lect2013\Exmp\4\tst9.exe

```
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28
```

Компилятор | Ресурсы | Журнал компиляции | Отладка | Результаты поиска | Закрыть

Отладка | Отслеживать | Вывод

Следующий шаг | Продолжить выполнение | Отладка | Добавить в наблюдаемы

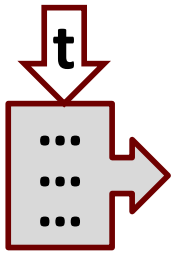
Шаг внутрь | Выполнить до курсора | Остановить выполнение | Удалить объект наблюдени

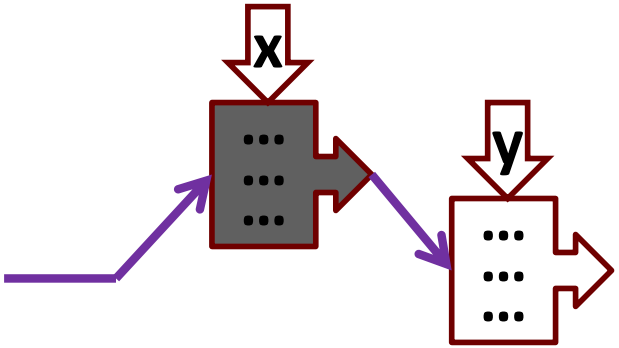
11: 9 | Вставка | 13 строк в файле

Объединение элементов в список (2)

- **Вставка узла t перед текущим узлом x**

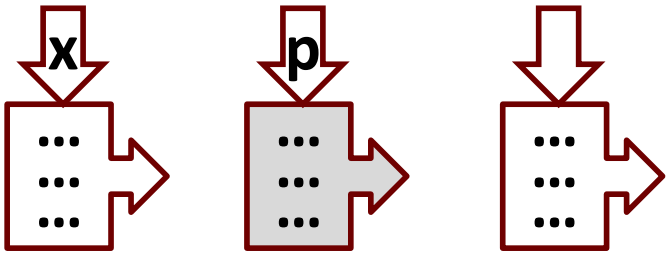
```
link g = new node; *g = *x; // дубль x
x->next = g; x->item = t->item;
```





- **Удаление текущего узла**

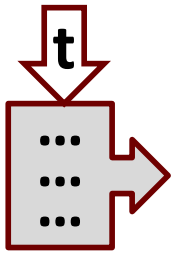
```
link p = x->next;
*x = *x->next; delete p;
```

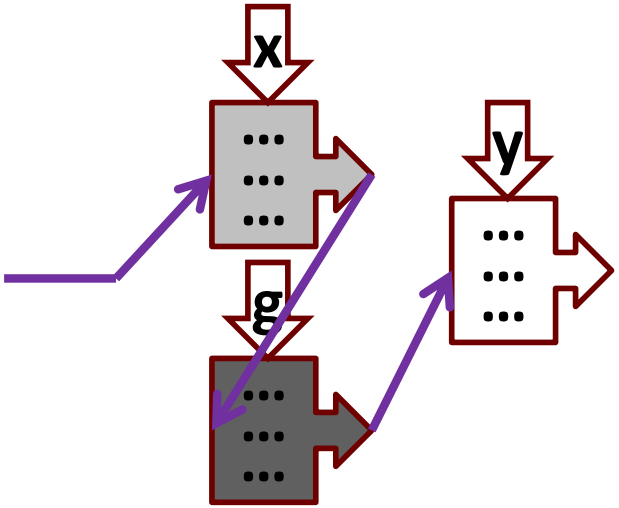


Объединение элементов в список (2)

- **Вставка узла t перед текущим узлом x**

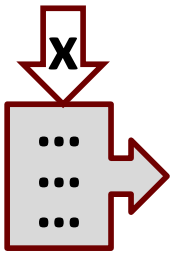
```
link g = new node; *g = *x; // дубль x
x->next = g; x->item = t->item;
```

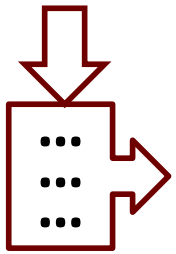




- **Удаление текущего узла**

```
link p = x->next;
*x = *x->next; delete p;
```





D:\Disk_R\tst\tst.c - Dev-C++ 5.11

Файл Правка Поиск Вид Проект Выполнить Сервис AStyle Окно Справка

TDM-GCC 4.9.2 64-bit Release

(globals)

Проект Классы [*] tst.c

```c
#include <stdio.h>
#include <malloc.h>
#define new(x) (x*)malloc(sizeof(x))

typedef struct node *link;      // связка - указатель на узел
typedef struct node { int Num; link Next; } item;   // узел или элемент списка

int main() {
int n,m;
link top, p;                    // вершина списка и бегунок

    scanf("%d%d",&n,&m);
    top = p = new(item);
    for(int i=1;i<n;i++) { p->Num = i; p = (p->Next = new(item)); }
    p->Num = n; p = (p->Next = top);

    for (int k=m%n;n>1;k=m%--n)
        if(k==1) *p = *p->Next;
        else { if(!k) k=n;
                for(int i=1;i<k-1;i++) p=p->Next;
                p = (p->Next = p->Next->Next); }

    printf("%d\n",p->Num);

    return 0;
}
```

Компилятор Ресурсы Журнал компиляции Отладка Результаты поиска

Line: 10 Col: 60 Sel: 0 Lines: 26 Length: 649 Вставка Done parsing in 0 seconds

D:\Disk_R\tst\tst.exe

```
1000 2000
113

--------------------------------
Process exited after 4.041 seconds with return value 0
Для продолжения нажмите любую клавишу . . .
```

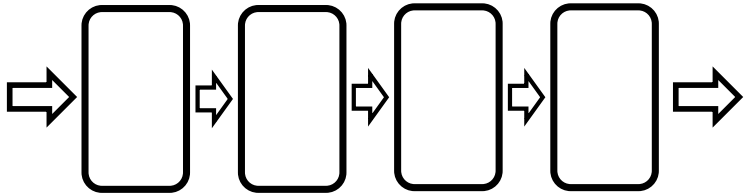
Введение

- Почему типы «абстрактные»?
- Реализации массивами и структурами

СПИСОК, ОЧЕРЕДЬ, СТЕК

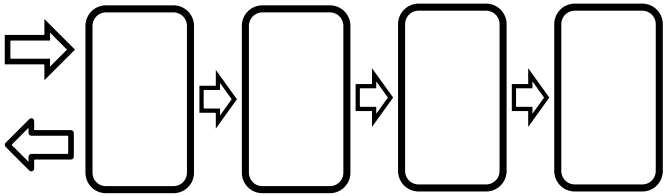
Очередь

FIFO – First In First Out



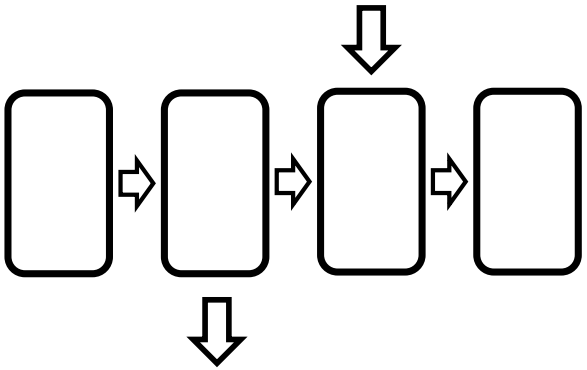
Стек

LIFO – Last In First Out



Список

Casual In Casual Out



РЕАЛИЗАЦИЯ МАССИВАМИ

Стек. Компоненты

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

typedef int T;
typedef struct Stack *Link_Stack;

inline void ERR(const char* s) {
          fputs(s,stderr);  exit(1); }
```

Стек. Конструкция

```
struct Stack { int NumEl, Size; T Items[]; };

Link_Stack Stack_ini(int N) {
  Link_Stack a = (Link_Stack)malloc(
      sizeof(struct Stack) + N*sizeof(T));
  a->NumEl=0; a->Size=N; return a; }

Link_Stack Stack_free(Link_Stack a) {
  free(a); return NULL; }
```

Стек. Состояние

```
int Stack_Is_Empty(Link_Stack a) {
 return a->NumEl==0; }

int Stack_ Is_Full(Link_Stack a) {
 return a->NumEl==a->Size; }
```

Стек. Действия

```
void Stack_push(Link_Stack a, T New_el) {
  if(Stack_Is_Full(a))
      ERR("Stack::push: stack is full");
  a->Items[a->NumEl++]=New_el; }

T Stack_pop(Link_Stack a) {
  if(Stack_Is_Empty(a))
      ERR("Stack::pop: stack is empty");
  return a->Items [--a->NumEl]; }
```

D:\Disk_S\Lect2016\Exmp\9\mas_c\t1.c - Dev-C++ 5.11

Файл Правка Поиск Вид Проект Выполнить Сервис AStyle Окно Справка

TDM-GCC 4.9.2 64-bit Release

(globals)

t1.c

```c
#include <stdio.h>
#include <malloc.h>
#include <stdlib.h>
inline void ERR(const char* s) { fputs(s,stderr);  exit(1); }

typedef int T;
typedef struct Stack *Link_Stack;
struct Stack { int NumEl, Size; T Items[]; };

Link_Stack Stack_ini(int N) { Link_Stack a = (Link_Stack)malloc(sizeof(struct Stack) + N*sizeof(T));
                              a->NumEl=0; a->Size=N; return a; }
Link_Stack Stack_free(Link_Stack a) { free(a); return NULL; }
int Stack_Is_Empty(const Link_Stack a) { return a->NumEl==0; }
int Stack_Is_Full(const Link_Stack a) { return a->NumEl==a->Size; }
void Stack_push(Link_Stack a, T New_el) { if(Stack_Is_Full(a)) ERR("Stack::push: stack is full");
                              a->Items[a->NumEl++]=New_el; }
T Stack_pop(Link_Stack a) { if(Stack_Is_Empty(a)) ERR("Stack::pop: stack is empty"); return a->Items [--a->NumEl]; }

int main() {
int k,N;
    scanf("%d",&N);
Link_Stack a = Stack_ini(N);
    while(scanf("%d",&k)!=EOF) Stack_push(a,k);
    while(!Stack_Is_Empty(a)) { k=Stack_pop(a); printf("%d ",k); }
    a=Stack_free(a);

    return 0;
}
```

Компилятор Ресурсы Журнал компиляции Отладка Результаты поиска

Line: 26 Col: 1 Sel: 0 Lines: 28 Length: 1066 Вставка Done parsing in 0,015 seconds

D:\Disk_S\Lect2016\Exmp\9\mas_c\t1.c - Dev-C++ 5.11

Файл Правка Поиск Вид Проект Выполнить Сервис AStyle Окно Справка

TDM-GCC 4.9.2 64-bit Release

(globals)

t1.c

```c
#include <stdio.h>
#include <malloc.h>
#include <stdlib.h>
inline void ERR(const char* s) { fputs(s,stderr);  exit(1

typedef int T;
typedef struct Stack *Link_Stack;
struct Stack { int NumEl, Size; T Items[]; };

Link_Stack Stack_ini(int N) { Link_Stack a = (Link_Stack)malloc(sizeof(struct Stack) + N*sizeof(T));
                              a->NumEl=0; a->Size=N; return a; }
Link_Stack Stack_free(Link_Stack a) { free(a); return NULL; }
int Stack_Is_Empty(const Link_Stack a) { return a->NumEl==0; }
int Stack_Is_Full(const Link_Stack a) { return a->NumEl==a->Size; }
void Stack_push(Link_Stack a, T New_el) { if(Stack_Is_Full(a)) ERR("Stack::push: stack is full");
                              a->Items[a->NumEl++]=New_el; }
T Stack_pop(Link_Stack a) { if(Stack_Is_Empty(a)) ERR("Stack::pop: stack is empty"); return a->Items [--a->NumEl]; }

int main() {
int k,N;
    scanf("%d",&N);
Link_Stack a = Stack_ini(N);
    while(scanf("%d",&k)!=EOF) Stack_push(a,k);
    while(!Stack_Is_Empty(a)) { k=Stack_pop(a); printf("%d
    a=Stack_free(a);

    return 0;
}
```

D:\Disk_S\Lect2016\Exmp\9\mas_c\t1.exe

```
5
1 2 3 4 5 6
Stack::push: stack is full
--------------------------------
Process exited after 15.57 seconds with return value 1
Для продолжения нажмите любую клавишу . . .
```

D:\Disk_S\Lect2016\Exmp\9\mas_c\t1.exe

```
10
1 2 3 4 5 6 7 8 9 0
^Z
0 9 8 7 6 5 4 3 2 1
--------------------------------
Process exited after 14.26 seconds with return value 0
Для продолжения нажмите любую клавишу . . .
```

Компилятор Ресурсы Журнал компиляции Отладка Результаты поиска

Line: 26 Col: 1 Sel: 0 Lines: 28 Length: 1066 Вставка Done parsing in 0,015 seconds

Очередь. Компоненты

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

typedef int T;

typedef struct Queue *Link_Queue;

inline void ERR(const char* s) {
  fputs(s,stderr);  exit(1); }
```

Очередь. Конструкция

```
struct Queue { int NumEl, Size, P; T Items[]; };

Link_Queue Queue_ini(int N) { Link_Queue a =
  (Link_Queue)malloc(
      sizeof(struct Queue) + N*sizeof(T));
  a->Size=N; a->NumEl=a->P=0; return a; }

Link_Queue Queue_free(Link_Queue a) { free(a);
  return NULL; }
```

Очередь. Состояние

```
int Queue_Is_Empty(Link_Queue a) {
 return a->NumEl==0; }

int Queue_Is_Full(Link_Queue a) {
 return a->NumEl==a->Size; }
```

Очередь. Действия

```
void Queue_put(Link_Queue a, T New_el) {
  if(Queue_Is_Full(a))
      ERR("Queue::put: queue is full");
    a->Items[a->P++]=New_el; a->NumEl++;
  if(a->P==a->Size) a->P=0; }

T Queue_get(Link_Queue a) {
  if(Queue_Is_Empty(a))
      ERR("Queue::get: queue is empty");
    return a->Items[a->P - a->NumEl-- +
   (a->P <= a->NumEl?a->Size:0)]; }
```

D:\Disk_S\Lect2016\Exmp\9\mas_c\t2.c - Dev-C++ 5.11

Файл Правка Поиск Вид Проект Выполнить Сервис AStyle Окно Справка

TDM-GCC 4.9.2 64-bit Release

(globals)

t1.c t2.c

```c
#include <stdio.h>
#include <malloc.h>
#include <stdlib.h>
typedef int T;
typedef struct Queue *Link_Queue;
inline void ERR(const char* s) { fputs(s,stderr);  exit(1); }

struct Queue { int NumEl, Size, P; T Items[]; };

Link_Queue Queue_ini(int N) { Link_Queue a = (Link_Queue)malloc(sizeof(struct Queue) + N*sizeof(T));
                              a->Size=N; a->NumEl=a->P=0; return a; }
Link_Queue Queue_free(Link_Queue a) { free(a); return NULL; }
int Queue_Is_Empty(const Link_Queue a) { return a->NumEl==0; }
int Queue_Is_Full(const Link_Queue a) { return a->NumEl==a->Size; }
void Queue_put(Link_Queue a, T New_el) { if(Queue_Is_Full(a)) ERR("Queue::put: queue is full");
                              a->Items[a->P++]=New_el; a->NumEl++; if(a->P==a->Size) a->P=0; }
T Queue_get(Link_Queue a) { if(Queue_Is_Empty(a)) ERR("Queue::get: queue is empty");
                              return a->Items[a->P - a->NumEl-- + (a->P<=a->NumEl?a->Size:0)]; }

int main() {
int k,N;
    scanf("%d",&N);
Link_Queue a = Queue_ini(N);
    while(scanf("%d",&k)!=EOF) Queue_put(a,k);
    while(!Queue_Is_Empty(a)) { k=Queue_get(a); printf("%d ",k); }
    a=Queue_free(a);
    return 0;
}
```

Компилятор Ресурсы Журнал компиляции Отладка Результаты поиска

Line: 19 Col: 1 Sel: 0 Lines: 28 Length: 1149 Вставка Done parsing in 0,015 seconds

D:\Disk_S\Lect2016\Exmp\9\mas_c\t2.c - Dev-C++ 5.11

Файл Правка Поиск Вид Проект Выполнить Сервис AStyle Окно Справка

TDM-GCC 4.9.2 64-bit Release

(globals)

t1.c t2.c

```c
#include <stdio.h>
#include <malloc.h>
#include <stdlib.h>
typedef int T;
typedef struct Queue *Link_Queue;
inline void ERR(const char* s) { fputs(s,stderr);  exit(1); }

struct Queue { int NumEl, Size, P; T Items[]; };

Link_Queue Queue_ini(int N) { Link_Queue a = (Link_Queue)malloc(sizeof(struct Queue) + N*sizeof(T));
                              a->Size=N; a->NumEl=a->P=0; return a; }
Link_Queue Queue_free(Link_Queue a) { free(a); return NULL; }
int Queue_Is_Empty(const Link_Queue a) { return a->NumEl==0; }
int Queue_Is_Full(const Link_Queue a) { return a->NumEl==a->Size; }
void Queue_put(Link_Queue a, T New_el) { if(Queue_Is_Full(a)) ERR("Queue::put: queue is full");
                              a->Items[a->P++]=New_el; a->NumEl++; if(a->P==a->Size) a->P=0; }
T Queue_get(Link_Queue a) { if(Queue_Is_Empty(a)) ERR("Queue::get: queue is empty");
                              return a->Items[a->P - a->NumEl-- + (a->P<=a->NumEl?a->Size:0)]; }

int main() {
int k,N;
    scanf("%d",&N);
Link_Queue a = Queue_ini(N);
    while(scanf("%d",&k)!=EOF) Queue_put(a,k);
    while(!Queue_Is_Empty(a)) { k=Queue_get(a); printf("%d
    a=Queue_free(a);
    return 0;
}
```

D:\Disk_S\Lect2016\Exmp\9\mas_c\t2.exe

```
5
1 2 3 4 5 6
Queue::put: queue is full
--------------------------------
Process exited after 6.362 seconds with return value 1
Для продолжения нажмите любую клавишу . . .
```

D:\Disk_S\Lect2016\Exmp\9\mas_c\t2.exe

```
10
1 2 3 4 5 6 7 8 9 0
^Z
1 2 3 4 5 6 7 8 9 0
--------------------------------
Process exited after 14.86 seconds with return value 0
Для продолжения нажмите любую клавишу . . .
```

Компилятор Ресурсы Журнал компиляции Отладка Результаты поиска

Line: 19 Col: 1 Sel: 0 Lines: 28 Length: 1149 Вставка Done parsing in 0,015 seconds

D:\A1\Lect2015\Exmp\9\mas_c\t3.c - [Executing] - Dev-C++ 5.10

Файл Правка Поиск Вид Проект Выполнить Сервис AStyle Окно Справка

TDM-GCC 4.8.1 32-bit Debug

(globals)

[*] t2.c | t1.c | t3.c | QS.h

```c
#include <stdio.h>
typedef int T;

#include "QS.h"

int main() {
int k,N; scanf("%d",&N);

Link_Queue a = Queue_ini(N);

    for(k=0;k<N;k++) Queue_put(a,k);
    for(k=0;k<(N+1)/2;k++) Queue_get(a);
    for(k=0;k<(N+1)/2;k++) Queue_put(a,N+k);
    while(!Queue_Is_Empty(a)){ k=Queue_get(a); printf("%d ",k); }
    a=Queue_free(a);

    return 0;
}
```

D:\A1\Lect2015\Exmp\9\mas_ё\t3.exe

```
10
5 6 7 8 9 10 11 12 13 14
--------------------------------
Process exited after 4.044 seconds with return value 0
Для продолжения нажмите любую клавишу . . .
```

Компилятор | Ресурсы | Журнал компиляции | Отладка | Результаты поиска

Line: 14 Col: 1 Sel: 0 Lines: 18 Length: 372 Вставка Done parsing in 0,031 seconds

D:\Disk_S\Lect2016\Exmp\9\mas_c\t_char.c - Dev-C++ 5.11

Файл Правка Поиск Вид Проект Выполнить Сервис AStyle Окно Справка

TDM-GCC 4.9.2 64-bit Release

(globals)

t_char.c

```c
#include <string.h>
typedef char* T;
#include "QS.h"

char* fget_str(char *s, FILE* a) { const int N=10;
char c[N]; int b=1; int ls=0,lc; if(fgets(c,N,a)==NULL) return NULL;
    s = (char*)calloc(1,1);
    do { lc=strlen(c); if(c[lc-1]=='\n') { b=0; c[--lc]='\0'; }
        s = (char*)realloc(s,(ls+=lc)+1);
        strcat(s,c); } while(b && fgets(c,N,a));
    return s;
}

int main() {
Link_Stack a;
Link_Queue b;
char* k;

    a = Stack_ini(100);
    b = Queue_ini(100);
    while(k=fget_str(k,stdin)) { Stack_push(a,k); Queue_put(b,k); }
    while(!Queue_Is_Empty(b)) { k=Queue_get(b); puts(k); }
    b = Queue_free(b);
    while(!Stack_Is_Empty(a)) { k=Stack_pop(a); puts(k); }
    a = Stack_free(a);

    return 0;
}
```

Компилятор Ресурсы Журнал компиляции Отладка Результаты поиска

Line: 27 Col: 1 Sel: 0 Lines: 29 Length: 770 Вставка Done parsing in 0,016 seconds

D:\A1\Lect2015\Exmp\9\mas_c\t_compl.c - [Executing] - Dev-C++ 5.10

Файл Правка Поиск Вид Проект Выполнить Сервис AStyle Окно Справка

TDM-GCC 4.8.1 32-bit Debug

(globals)

[*] t_char.c | t_compl.c

```c
#include <stdio.h>

struct complex { double Re; double Im; };
void print_complex(const struct complex *a) { printf("(%lf,%lf) ",a->Re,a->Im); };

typedef struct complex T;

#include "QS.h"

int main() {
Link_Stack a;
Link_Queue b;
T k;
    a = Stack_ini(100);
    b = Queue_ini(100);
    while(scanf("%lf%lf",&k.Re,&k.Im)!=EOF) { Stack_push(a,k); Queue_put(b,k); }
    while(!Stack_Is_Empty(a)) { k=Stack_pop(a); print_complex(&k); }
    a = Stack_free(a); puts("");
    while(!Queue_Is_Empty(b)) { k=Queue_get(b); print_complex(&k); }
    b = Queue_free(b);

    return 0;
}
```

D:\A1\Lect2015\Exmp\9\mas_ё\t_compl.exe

```
1 2 3 4 5 6
^Z
(5.000000,6.000000) (3.000000,4.000000) (1.000000,2.000000)
(1.000000,2.000000) (3.000000,4.000000) (5.000000,6.000000)
--------------------------------
Process exited after 7.953 seconds with return value 0
Для продолжения нажмите любую клавишу . . .
```

Компилятор | Ресурсы | Журнал компиляции | Отладка | Результаты поиска

Line: 23 Col: 2 Sel: 0 Lines: 23 Length: 599 Вставка Done parsing in 0,031 seconds

РЕАЛИЗАЦИЯ СТРУКТУРАМИ

Компоненты

```
#include <stdlib.h>
#include <malloc.h>

typedef struct item *Link_Item;
typedef struct list *Link_List;
typedef struct stack *Link_Stack;
typedef struct queue *Link_Queue;

void ERR(const char* s) {
     fputs(s,stderr); exit (1); }
```

Узел. Конструкция

```
typedef struct item { T node; Link_Item next; }
     Item;

Link_Item Item_Create(T elem, Link_Item n) {
     Link_Item rab =
          (Link_Item)calloc(1,sizeof(Item));
     rab->node=elem; rab->next=n; return rab; }

void Item_Delete(Link_Item a) { free(a); }
```

Узел. Действия

```
T Item_get_node(const Link_Item a) {
     return a->node; }

Link_Item Item_get_next(Link_Item a) {
     return a->next; }
```

Стек. Конструкция и состояние

```
typedef struct stack { Link_Item Top; } Stack;

Link_Stack Stack_ini(Link_Stack a) {
     return a =
          (Link_Stack)calloc(1,sizeof(Stack)); }

Link_Stack Stack_Delete(Link_Stack a) {
     free(a); return NULL; }

int Stack_Is_Empty(const Link_Stack a) {
     return a->Top==NULL; }
```

Стек. Действия

```
void Stack_push(Link_Stack a, T elem) {
     a->Top=Item_Create(elem,a->Top); }

T Stack_pop(Link_Stack a) {
     if(Stack_Is_Empty(a))
          ERR("Stack::pop: empty stack");
     Link_Item p = a->Top;
     T rab = Item_get_node(p);
     a->Top = Item_get_next(p);
     Item_Delete(p);
     return rab;}
```

Очередь. Конструкция и состояние

```
typedef struct queue {
     Link_Item Head; Link_Item Tail; } Queue;

Link_Queue Queue_ini(Link_Queue a) { return a =
     (Link_Queue)calloc(1,sizeof(struct Queue));}

Link_Queue Queue_Delete(Link_Queue a) {
     free(a); return NULL; }

int Queue_Is_Empty(const Link_Queue a) {
     return a->Head==NULL; }
```

Очередь. Действия

```
void Queue_put(Link_Queue a, T elem) {
  if(Queue_Is_Empty(a))
    a->Tail=a->Head=Item_Create(elem,NULL);
  else a->Tail =
    (a->Tail->next = Item_Create(elem,NULL)); }


T Queue_get(Link_Queue a) {
  if(Queue_Is_Empty(a))
    ERR("Queue::get: gueue is empty");
  Link_Item p = a->Head;
  T rab = Item_get_node(p);
  a->Head = Item_get_next(p);
  Item_Delete(p);
  if(Queue_Is_Empty(a)) a->Tail=NULL;
  return rab; }
```

Список. Конструкция и состояние

```
typedef struct list {
  Link_Item Front;
  Link_Item Back;
} List;

Link_List List_ini(Link_List a) {
  return a = (Link_List)calloc(1,sizeof(List));}

int List_Is_Empty(Link_List a) {
  return a->Front==NULL; }
```

Список. Операции. Поиск

```
Link_Item List_Find(
    Link_List a,
    Link_Item *F,
    T key ) {
  if(List_Is_Empty(a)) return (*F=NULL);
  Link_Item ptr = *F = a->Front;
  if(Item_get_node(*F)==key) return NULL;
  while((*F=Item_get_next(ptr))!=NULL) {
    if(Item_get_node(*F)==key) break; ptr=*F; }
  return ptr; }
```

Список. Операции. Добавление 1

```
void List_Insert_front(Link_List a, T elem) {
  a->Front = Item_Create(elem,a->Front);
  if(a->Back==NULL) a->Back = a->Front; }

int List_Insert_back(Link_List a, T elem) {
  if(List_Is_Empty(a))
    a->Front = a->Back = Item_Create(elem,NULL);
  else
    a->Back =(a->Back->next =
             Item_Create(elem,NULL)); }
```

Список. Операции. Добавление 2

```
int List_Insert_after(
     Link_List a,
     T elem,
     T after) {
  Link_Item c;
  List_Find(a,&c,after);
  if(c==NULL) return 0;
  c->next=Item_Create(elem,Item_get_next(c));
  return 1; }
```

Список. Операции. Удаление 1

```
T List_Remove_front(Link_List a) {
  if(List_Is_Empty(a))
    ERR("List::Remove_front: list is empty");
  Link_Item p=a->Front; T rab=Item_get_node(p);
  a->Front=Item_get_next(p); Item_Delete(p);
  if(a->Front==NULL) a->Back=NULL; return rab; }

int List_Remove(Link_List a, T key) {
  Link_Item b; Link_Item c;
  b=List_Find(a,&c,key);
  if(c==NULL) return 0;
  if(b==NULL) a->Front=Item_get_next(a->Front);
  else b->next=Item_get_next(c);
  Item_Delete(c); return 1; }
```

Список. Операции. Удаление 2

```
T List_Remove_back(Link_List a) {
  if(List_Is_Empty(a))
    ERR("List::Remove_back: list is empty");
  Link_Item p=a->Front;
  T rab = Item_get_node(a->Back);
  if(a->Front==a->Back)
    a->Front = a->Back = NULL;
  else { while(p->next!=a->Back) p=p->next;
    a->Back=p; p=p->next; a->Back->next=NULL; }
  Item_Delete(p); return rab; }
```

Список. Операции. Разворот

```
void List_Revers(Link_List a) {
  Link_Item p=NULL;
  while(a->Front!=NULL)
    p=Item_Create(List_Remove_front(a),p);
  a->Front=p;
  while(Item_get_next(p)!=NULL)
    p=Item_get_next(p);
  a->Back=p; }
```

Список. Операции. Сортировка

```
void List_Sort (
    Link_List a,
    int (*f)(const T a, const T b)) {
  Link_Item F=0;
  while(a->Front!=NULL){
    Link_Item p = a->Front;
    T rab = Item_get_node(p);
    while(p=Item_get_next(p))
      if(f(p->node,rab)>0)rab=Item_get_node(p);
    F=Item_Create(rab,F); List_Remove(a,rab); }
  a->Front = F;
  while(F->next) F=F->next;
  a->Back=F;}
```

D:\Disk_S\Lect2016\Exmp\9\strc_c\SQL.h - Dev-C++ 5.11

Файл Правка Поиск Вид Проект Выполнить Сервис AStyle Окно Справка

TDM-GCC 4.9.2 64-bit Release

(globals)

SQL.h t_int.c t_char.c

SQL.H (1)

```c
#include <stdlib.h>
#include <malloc.h>

typedef struct item *Link_Item;
typedef struct list *Link_List;
typedef struct stack *Link_Stack;
typedef struct queue *Link_Queue;

inline void ERR(const char* s) { fputs(s,stderr); exit (1); }

typedef struct item { T node; Link_Item next; } Item;
Link_Item Item_Create(const T elem, const Link_Item n) {
    Link_Item rab = (Link_Item)calloc(1,sizeof(Item));
    rab->node=(T)elem; rab->next=n; return rab; }
T Item_get_node(const Link_Item a) { return a->node; }
Link_Item Item_get_next(const Link_Item a) { return a->next; }
void Item_Delete(Link_Item a) { free(a); }

typedef struct stack { Link_Item Top; } Stack;
Link_Stack Stack_ini(Link_Stack a) { return a = (Link_Stack)calloc(1,sizeof(Stack)); }
int Stack_Is_Empty(const Link_Stack a) { return a->Top==NULL; }
void Stack_push(Link_Stack a, const T elem) { a->Top=Item_Create(elem,a->Top); }
T Stack_pop(Link_Stack a) {
    if(Stack_Is_Empty(a)) ERR("Stack::pop: empty stack");
    Link_Item p = a->Top; T rab = Item_get_node(p); a->Top = Item_get_next(p);
    Item_Delete(p); return rab; }
Link_Stack Stack_Delete(Link_Stack a) { free(a); return NULL; }
```

struct Stack - SQL.h (19) - Ctrl+Click for more info

Компилятор Ресурсы Журнал компиляции Отладка Результаты поиска

Line: 28 Col: 1 Sel: 0 Lines: 74 Length: 4312 Вставка Done parsing in 0,015 seconds

D:\Disk_S\Lect2016\Exmp\9\strc_c\SQL.h - Dev-C++ 5.11

Файл Правка Поиск Вид Проект Выполнить Сервис AStyle Окно Справка

TDM-GCC 4.9.2 64-bit Release

(globals)

[*] SQL.h t_int.c

SQL.H (2)

```
28
29 typedef struct queue { Link_Item Head; Link_Item Tail; } Queue;
30 Link_Queue Queue_ini(Link_Queue a) { return a = (Link_Queue)calloc(1,sizeof(Queue)); }
31 int Queue_Is_Empty(const Link_Queue a) { return a->Head==NULL; }
32 void Queue_put(Link_Queue a, const T elem) {
33     if(Queue_Is_Empty(a)) a->Tail = a->Head = Item_Create(elem,NULL);
34     else a->Tail= (a->Tail->next = Item_Create(elem,NULL)); }
35 T Queue_get(Link_Queue a) {
36     if(Queue_Is_Empty(a)) ERR("Queue::get: gueue is empty");
37     Link_Item p = a->Head; T rab = Item_get_node(p); a->Head=Item_get_next(p);
38     Item_Delete(p); if(Queue_Is_Empty(a)) a->Tail=NULL; return rab; }
39 Link_Queue Queue_Delete(Link_Queue a) { free(a); return NULL; }
40
41
42 typedef struct list { Link_Item Front; Link_Item Back; } List;
43 Link_List List_ini(Link_List a) { return a = (Link_List)calloc(1,sizeof(List)); }
44 int List_Is_Empty(const Link_List a) { return a->Front==NULL; }
45 Link_Item List_Find(const Link_List a, Link_Item *F, const T key) { if(List_Is_Empty(a)) return (*F=NULL);
46     Link_Item ptr = *F = a->Front; if(Item_get_node(*F)==key) return NULL;
47     while((*F=Item_get_next(ptr))!=NULL) { if(Item_get_node(*F)==key) break; ptr=*F; }
48     return ptr; }
49 void List_Insert_front(Link_List a, const T elem) { a->Front = Item_Create(elem,a->Front);
50     if(a->Back==NULL) a->Back = a->Front; }
51 int List_Insert_after(Link_List a, const T elem, const T after) { Link_Item c; List_Find(a,&c,after);
52     if(c==NULL) return 0; c->next = Item_Create(elem,Item_get_next(c)); return 1; }
53 void List_Insert_back(Link_List a, const T elem) {
54     if(List_Is_Empty(a)) a->Front = a->Back = Item_Create(elem,NULL);
55     else a->Back = (a->Back->next = Item_Create(elem,NULL)); }
```

Компилятор Ресурсы Журнал компиляции Отладка Результаты поиска

Line: 41 Col: 1 Sel: 0 Lines: 75 Length: 4311 Вставка Done parsing in 1,953 seconds

D:\Disk_S\Lect2016\Exmp\9\strc_c\SQL.h - Dev-C++ 5.11

Файл Правка Поиск Вид Проект Выполнить Сервис AStyle Окно Справка

TDM-GCC 4.9.2 64-bit Release

(globals)

[*] SQL.h

```
56 T List_Remove_front(Link_List a) { if(List_Is_Empty(a)) ERR("List::Remove_front: list is empty");
57     Link_Item p=a->Front; T rab=Item_get_node(p); a->Front=Item_get_next(p); Item_Delete(p);
58     if(a->Front==NULL) a->Back=NULL; return rab; }
59 int List_Remove(Link_List a, const T key) { Link_Item b; Link_Item c; b=List_Find(a,&c,key); if(c==NULL) return 0;
60     if(b==NULL) a->Front=Item_get_next(a->Front); else b->next=Item_get_next(c); Item_Delete(c);
61     return 1; }
62 T List_Remove_back(Link_List a) { if(List_Is_Empty(a)) ERR("List::Remove_back: list is empty");
63     Link_Item p=a->Front; T rab = Item_get_node(a->Back);
64     if(a->Front==a->Back) a->Front = a->Back = NULL;
65     else { while(p->next!=a->Back) p=p->next; a->Back=p; p=p->next; a->Back->next=NULL; }
66     Item_Delete(p); return rab; }
67 void List_Revers(Link_List a) { Link_Item p=NULL; while(a->Front!=NULL) p=Item_Create(List_Remove_front(a),p);
68     a->Front=p; while(Item_get_next(p)!=NULL) p=Item_get_next(p); a->Back=p; }
69 void List_Sort(Link_List a, int (*f)(const T, const T)) { Link_Item F=NULL;
70     while(a->Front!=NULL) { Link_Item p = a->Front; T rab = Item_get_node(p);
71         while(p=Item_get_next(p)) if(f(p->node,rab)>0) rab=Item_get_node(p);
72         F=Item_Create(rab,F); List_Remove(a,rab); }
73     a->Front = F; while(F->next) F=F->next; a->Back=F; }
74 Link_List List_Delete(Link_List a) { free(a); return NULL; }
75
76
77
78
79
80
81
82
83
```

SQL.H (3)

Компилятор Ресурсы Журнал компиляции Отладка Результаты поиска

Line: 83 Col: 1 Sel: 0 Lines: 83 Length: 4398 Вставка Done parsing in 0,078 seconds

D:\A1\Lect2015\Exmp\9\strc_c\t_int.c - Dev-C++ 5.10

Файл Правка Поиск Вид Проект Выполнить Сервис AStyle Окно Справка

TDM-GCC 4.8.1 32-bit Debug

(globals)

[*] t_int.c SQL.h

t_int.c (1)

```c
#include <stdio.h>
#include <string.h>
#include <windows.h>

typedef int T;

#include "SQL.h"

void List_print(Link_List a) { Link_Item p = a->Front; if(!p) return;
    do printf("%d ",Item_get_node(p)); while(p=Item_get_next(p)); puts(""); }

int cmp(T a, T b) { if(a>b) return 1; else if(a<b) return -1; else return 0; }

int main() {
Link_Stack a;
Link_Queue b;
Link_List c;

int k;

HANDLE hStdOut = GetStdHandle(STD_OUTPUT_HANDLE);

    a = Stack_ini(a);
    b = Queue_ini(b);
    c = List_ini(c);
    while(scanf("%d",&k)!=EOF) { List_Insert_back(c,k); Stack_push(a,k); Queue_put(b,k); }

```

Компилятор Ресурсы Журнал компиляции Отладка Результаты поиска

Line: 47 Col: 5 Sel: 0 Lines: 54 Length: 1539 Вставка Done parsing in 0,031 seconds

D:\A1\Lect2015\Exmp\9\strc_c\t_int.c - Dev-C++ 5.10

Файл Правка Поиск Вид Проект Выполнить Сервис AStyle Окно Справка

TDM-GCC 4.8.1 32-bit Debug

(globals)

[*] t_int.c SQL.h

t_int.c (2)

```
28  SetConsoleTextAttribute(hStdOut,FOREGROUND_BLUE | FOREGROUND_INTENSITY);
29      while(!Stack_Is_Empty(a)) { k=Stack_pop(a); printf("%d ",k); } puts("");
30      a = Stack_Delete(a);
31
32  SetConsoleTextAttribute(hStdOut,FOREGROUND_GREEN | FOREGROUND_INTENSITY);
33      while(!Queue_Is_Empty(b)) { k=Queue_get(b); printf("%d ",k); } puts("");
34      b = Queue_Delete(b);
35
36  SetConsoleTextAttribute(hStdOut,FOREGROUND_RED | FOREGROUND_INTENSITY);
37      List_Insert_after(c,-1,5);
38      List_Remove(c,4);
39      List_Remove(c,1);
40      List_Remove(c,6);
41      List_print(c);
42
43  SetConsoleTextAttribute(hStdOut,FOREGROUND_GREEN | FOREGROUND_RED | FOREGROUND_INTENSITY);
44      List_Revers(c);
45      List_Insert_back(c,7);
46      List_print(c);
47
48  SetConsoleTextAttribute(hStdOut,FOREGROUND_GREEN | FOREGROUND_BLUE | FOREGROUND_INTENSITY);
49      List_Sort(c,cmp);
50      List_print(c);
51      c = List_Delete(c);
52
53      return 0;
54  }
```

Компилятор Ресурсы Журнал компиляции Отладка Результаты поиска

Line: 47 Col: 5 Sel: 0 Lines: 54 Length: 1539 Вставка Done parsing in 0,031 seconds

t_int.c (3)

D:\A1\Lect2015\Exmp\9\strc_c\t_int.c - Dev-C++ 5.10

Файл Правка Поиск Вид Проект Выполнить Сервис AStyle Окно Справка

TDM-GCC 4.8.1 32-bit Debug

(globals)

[*] t_int.c | SQL.h

```
28  SetConsoleTextAttribute(hStdOut,FOREGROUND_BLUE | FOREGROUND_INTENSITY);
29      while(!Stack_Is_Empty(a)) { k=Stack_pop(a); printf("%d ",k); } puts("");
30      a = Stack_Delete(a);
31
32  SetConsoleTextAttribute(hStdOut,FOREGROUND_GREEN | FOREGROUND_INTENSITY);
33      while(!Queue_Is_Empty(b)) { k=Queue_get(b); printf("%d ",k); } puts("");
34      b = Queue_Delete(b);
35
36  SetConsoleTextAttribute(hStdOut,FOREGROUND_RED | FOREGROUND_INTENSITY);
37      List_Insert_after(c,-1,5);
38      List_Remove(c,4);
39      List_Remove(c,1);
40      List_Remove(c,6);
41      List_print(c);
42
43  SetConsoleTextAttribute(hStdOut,FOREGROUND_GREEN | FOR
44      List_Revers(c);
45      List_Insert_back(c,7);
46      List_print(c);
47
48  SetConsoleTextAttribute(hStdOut,FOREGROUND_GREEN | FOR
49      List_Sort(c,cmp);
50      List_print(c);
51      c = List_Delete(c);
52
53      return 0;
54  }
```

D:\A1\Lect2015\Exmp\9\strc_c\t_int.exe

```
1 2 3 4 5 6
^Z
6 5 4 3 2 1
1 2 3 4 5 6
2 3 5 -1
-1 5 3 2 7
-1 2 3 5 7

--------------------------------
Process exited after 7.257 seconds with return value 0
Для продолжения нажмите любую клавишу . . .
```

Компилятор | Ресурсы | Журнал компиляции | Отладка | Результаты поиска

Line: 47 Col: 5 Sel: 0 Lines: 54 Length: 1539 Вставка Done parsing in 0,031 seconds

D:\A1\Lect2015\Exmp\9\strc_c\t_char.c - Dev-C++ 5.10

Файл Правка Поиск Вид Проект Выполнить Сервис AStyle Окно Справка

TDM-GCC 4.8.1 32-bit Debug

(globals)

t_char.c SQL.h

t_str.c (1)

```c
#include <stdio.h>
#include <string.h>
#include <windows.h>

#define T char*

#include "SQL.h"

void List_print(Link_List a) { Link_Item p = a->Front; if(!p) return;
    do printf("%s\n",Item_get_node(p)); while(p=Item_get_next(p)); }

char* fget_str(char *s,FILE* a) { const int N=10;
char c[N]; int b=1; int ls=0,lc;
    if(fgets(c,N,a)==NULL) return NULL;
    s = (char*)calloc(1,1);
    do { lc=strlen(c); if(c[lc-1]=='\n') { b=0; c[--lc]='\0'; }
        s = (char*)realloc(s,(ls+=lc)+1); strcat(s,c);
    } while(b && fgets(c,N,a));
    return s;
}

int main() {
Link_Stack a;
Link_Queue b;
Link_List c;

T k;
```

Компилятор Ресурсы Журнал компиляции Отладка Результаты поиска

Line: 51 Col: 5 Sel: 0 Lines: 57 Length: 1622 Вставка Done parsing in 0,047 seconds

D:\A1\Lect2015\Exmp\9\strc_c\t_char.c - Dev-C++ 5.10

Файл Правка Поиск Вид Проект Выполнить Сервис AStyle Окно Справка

TDM-GCC 4.8.1 32-bit Debug

(globals)

t_char.c SQL.h

t_str.c (2)

```
29  HANDLE hStdOut = GetStdHandle(STD_OUTPUT_HANDLE);
30
31      a = Stack_ini(a);
32      b = Queue_ini(b);
33      c = List_ini(c);
34      while(k=fget_str(k,stdin)) { List_Insert_back(c,k); Stack_push(a,k); Queue_put(b,k); }
35
36  SetConsoleTextAttribute(hStdOut,FOREGROUND_BLUE | FOREGROUND_INTENSITY);
37      while(!Stack_Is_Empty(a)) { k=Stack_pop(a); printf("%s\n",k); }
38      a = Stack_Delete(a);
39
40  SetConsoleTextAttribute(hStdOut,FOREGROUND_GREEN | FOREGROUND_INTENSITY);
41      while(!Queue_Is_Empty(b)) { k=Queue_get(b); printf("%s\n",k); }
42      b = Queue_Delete(b);
43
44  SetConsoleTextAttribute(hStdOut,FOREGROUND_RED | FOREGROUND_INTENSITY);
45      List_print(c);
46      List_Revers(c);
47
48  SetConsoleTextAttribute(hStdOut,FOREGROUND_GREEN | FOREGROUND_RED | FOREGROUND_INTENSITY);
49      List_print(c);
50      List_Sort(c,strcmp);
51
52  SetConsoleTextAttribute(hStdOut,FOREGROUND_BLUE | FOREGROUND_RED | FOREGROUND_INTENSITY);
53      List_print(c);
54      c = List_Delete(c);
55
```

Компилятор Ресурсы Журнал компиляции Отладка Результаты поиска

Line: 51 Col: 5 Sel: 0 Lines: 57 Length: 1622 Вставка Done parsing in 0,047 seconds

C:\Windows\System32\cmd.exe

```
D:\A1\Lect2015\Exmp\9\strc_c>t_char < tst.cpp
}
    return 0;
    while( cin >> k ) cout << "k= " << k << ": " << 2.+f(2) << endl;
    cout.precision(12); cout << exp(1.) << endl;
int main() {

double f(int n) { return n > k ? 1. : n/(n+f(n+1)); }
int k;
using namespace std;
#include <cmath>
#include <iostream>
#include <iostream>
#include <cmath>
using namespace std;
int k;
double f(int n) { return n > k ? 1. : n/(n+f(n+1)); }

int main() {
    cout.precision(12); cout << exp(1.) << endl;
    while( cin >> k ) cout << "k= " << k << ": " << 2.+f(2) << endl;
    return 0;
}
#include <iostream>
#include <cmath>
using namespace std;
int k;
double f(int n) { return n > k ? 1. : n/(n+f(n+1)); }

int main() {
    cout.precision(12); cout << exp(1.) << endl;
    while( cin >> k ) cout << "k= " << k << ": " << 2.+f(2) << endl;
    return 0;
}
```

t_str.c (3)

C:\Windows\System32\cmd.exe

```
}
    return 0;
    while( cin >> k ) cout << "k= " << k << ": " << 2.+f(2) << endl;
    cout.precision(12); cout << exp(1.) << endl;
int main() {

double f(int n) { return n > k ? 1. : n/(n+f(n+1)); }
int k;
using namespace std;
#include <cmath>
#include <iostream>

    cout.precision(12); cout << exp(1.) << endl;
    return 0;
    while( cin >> k ) cout << "k= " << k << ": " << 2.+f(2) << endl;
#include <cmath>
#include <iostream>
double f(int n) { return n > k ? 1. : n/(n+f(n+1)); }
int k;
int main() {
using namespace std;
}

D:\A1\Lect2015\Exmp\9\strc_c>
```

t_str.c (4)

Ещё понятия

- Полиморфизм
- Шаблон функции
- Инкапсуляция
- Класс
- Шаблон класса

Полиморфизм

разные функции с одинаковым именем и различными параметрами

```
int abs(int a) { return a>=0?a:-a; }
double abs(double a) { return a>=0?a:-a; }
```

Шаблоны функций

```
template<typename T> T abs(T a) {
                return a>=0?a:-a; }

int x; …   y = abs(x); // int abs(int);

float u; … v = abs(u); // float abs(float);
```

Инкапсуляция

```
complex a, b(1.,2.);
```

```
struct complex { float Re,Im;
  complex() { Re = Im = 0; }
  complex(float R, float I) { Re=R; Im=I; }
  float abs() { return sqrt(Re*Re + Im*Im); }
  complex operator+(complex a) {
    return complex(Re+a.Re, Im+a.Im);}
};

ostream& operator<<(
    ostream& a,const complex& b){
  return a << '(' << b.Re << ',' << b.Im << ')'
 << endl; }
```

```
a.abs();
a.operator+(b); // a+b;
```

Класс

```
class complex { float Re,Im;
public:
complex() { Re = Im = 0; }
complex(float R, float I) { Re=R; Im=I; }
float abs() { return sqrt(Re*Re + Im*Im); }
complex operator+(complex a) {
  return complex(Re+a.Re, Im+a.Im); }

friend ostream& operator<<(
    ostream& a, const complex& b) {
   return a << '(' << b.Re << ',' << b.Im << ')'
  << endl; }
};
```

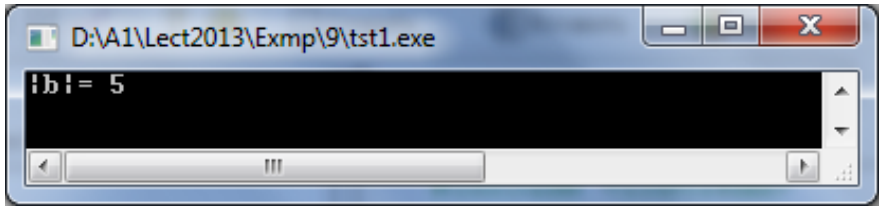
Шаблон класса

```
template<typename T> class complex {
  T Re,Im;
public:
  complex(T R=0, T I=0) { Re=R; Im=I; }
  T abs() { return sqrt(Re*Re + Im*Im); }
  complex operator+(complex a) {
    return complex(Re+a.Re, Im+a.Im); }

friend ostream& operator<<(ostream& a, const
  complex& b) {
    return a << '(' << b.Re << ',' << b.Im <<
  ')';}
};
```

Использование шаблона класса

```
#include <iostream>
using namespace std;
#include "complex.h"
int main() {
 complex<double> a(1.,2.),b,c(2.,2.);
  b = a + c;
  cout << "|b|= " << b.abs() << endl;
return 0; }
```



Шаблон узла набора данных

```
template <typename T> class Item {
   T node; Item* next;
public:
   Item(const T& elem, Item* n=0) {
      node=elem; next=n;}
   T& get_node() { return node; }
   Item* &get_next() { return next; }
};
```

Шаблон класса Stack

```
template <typename T> class Stack {
        Item<T> *top; T rab;
public:
  Stack() { top = 0; }
  void push(const T& elem) {
     top=new Item<T>(elem,top); }
  T& pop() {
    if(!top) ERR("Stack::pop: empty stack");
    rab = top->get_node(); Item<T> *p=top;
    top = p->get_next(); delete p; return rab; }
   bool empty() {return top == 0; }
};
```

Шаблон класса Queue (1)

```
template <typename T> class Queue {
        Item<T> *head,*tail; T rab;
public:

  Queue() { tail = head =0; }

  bool empty() { return head == 0;}

  void put(const T& elem) {
    if(tail==0) tail = head = new Item<T>(elem);
    else tail = (tail->get_next() =
      new  Item<T>(elem));}
```

Шаблон класса Queue (2)

```
  T& get() {
    if(!head) ERR("Queue::get: queue is empty");
    Item<T> *p=head;
    rab = head->get_node();
     head=head->get_next();
    delete p;
    if(head==0) tail=0;
    return rab;
  }
}; // template <typename T> class Queue
```

Шаблон класса List (1)

```
template <typename T> class List {

  Item<T> *front,*back; T rab;

  Item<T>* find(Item<T>* &F, const T& k) {
     if(front==NULL) return (F=NULL);
     Item<T> *ptr=F=front;
     if(front->get_node()==k) return 0;
     while((F=ptr->get_next())!=NULL) {
          if(F->get_node()==k) break; ptr=F; }
     return ptr;
  }
```

Шаблон класса List (2)

```
public:
List() { front = back =0; }
bool empty() { return front==0; }
void push_back(const T& elem) {
   if(back==0) front = back = new Item<T>(elem);
   else back = (back->get_next() = new
  Item<T>(elem));  }
```

Шаблон класса List (3)

```
T& pop_back() {
  if(back==0)
    ERR("List::pop_back: list is empty");
  rab=back->get_node();
  Item<T> *p=front;
  if(front==back) front = back = 0;
  else {
    while(p->get_next()!=back) p=p->get_next();
    back=p;
    p=p->get_next();
    back->get_next()=0;}
  delete p;
  return rab; }
```

Шаблон класса List (4)

```
bool insert_after(const T& k,const T& after){
  Item<T> *c;
  find(c,after);
  if(c==0) return 0;
   c->get_next()=
     new Item<T>(k,c->get_next());
  return 1;
}
```

Шаблон класса List (5)

```
bool remove(const T& k) {
  Item<T> *b,*c;
  b=find(c,k);
  if(c==NULL) return 0;
  if(b==NULL) {
    front=front->get_next(); delete (c); }
  else {
    b->get_next()=c->get_next(); delete(c); }
  return 1;}

void push_front(const T& elem) {
 front = new Item<T>(elem,front);
 if(back==0) back = front; }
```

Шаблон класса List (6)

```
T& pop_front() {
  if(front==0)
    ERR("List::pop_front: list is empty");
  Item<T> *p=front; rab = p->get_node();
  front=p->get_next(); delete p;
  if(front==0) back=0;
  return rab; }
```

Шаблон класса List (7)

```
void sort() { Item<T> *D=0;
  while(front!=0) {
     Item<T> *p=front; rab = front->get_node();
     while(p=p->get_next())if(p->get_node()>rab)
                        rab=p->get_node();
     D = new Item<T>(rab,D); remove(rab); }
  front = D; back = front;
  while(back->get_next()!=0)back=back-
  >get_next();
}
```

Шаблон класса List (8)

```
void revers() { Item<T> *D=0;
  while(front!=0) D = new
  Item<T>(pop_front(),D);
  front = D; back=front;
  while(back->get_next()!=0)back=back-
  >get_next();
}
```

Шаблон класса List (9)

```
T& operator[](int i) {
  Item<T>* p=front;
  while(i-- && p) p=p->get_next();
    if(p) return p->get_node();
    ERR("LIST::operator[]: end of List appear");}

friend ostream& operator<<
            (ostream& out, const List<T>& a) {
   Item<T>* p=a.front;
   while(p) {
     out << p->get_node() << ' ';
   p=p->get_next(); }
   return out; }
}; // template <typename T> class List
```

D:\Disk_S\Lect2016\Exmp\9\strc\tst.cpp - Dev-C++ 5.11

Файл Правка Поиск Вид Проект Выполнить Сервис AStyle Окно Справка

TDM-GCC 4.9.2 64-bit Release

(globals)

[*] tst.cpp

Пример I

```
1  #include <iostream>
2  using namespace std;
3  #include "My_str.h"
4  #include "SQL.h"
5  #include <windows.h>
6
7  HANDLE hStdOut = GetStdHandle(STD_OUTPUT_HANDLE);
8
9  int main() {
10 My_string x;
11 Stack<My_string> a;
12 Queue<My_string> b;
13 List<My_string> c;
14       while(cin >> x) { a.push(x); b.put(x); c.push_back(x); }
15       while(!b.empty()) cout << b.get() << endl;
16 SetConsoleTextAttribute(hStdOut,FOREGROUND_BLUE | FOREGROUND_INTENSITY);
17       while(!a.empty()) cout << a.pop() << endl;
18 SetConsoleTextAttribute(hStdOut,FOREGROUND_GREEN | FOREGROUND_INTENSITY);
19
20       for(int i=3; i>0; i--) { x=c[i]; c.remove(x); }
21       c.revers(); cout << c;
22 SetConsoleTextAttribute(hStdOut,FOREGROUND_RED | FOREGROUND_INTENSITY);
23       c.sort();   cout << c;
24       c.push_front(x); c.insert_after(x,x);
25 SetConsoleTextAttribute(hStdOut,FOREGROUND_BLUE | FOREGROUND_GREEN | FOREGROUND_RED | FOREGROUND_INTENSITY);
26       cout << c;
27     return 0;
28 }
```

Компилятор Ресурсы Журнал компиляции Отладка Результаты поиска

Line: 8 Col: 1 Sel: 0 Lines: 28 Length: 944 Вставка Done parsing in 3,531 seconds

D:\A1\Lect2015\Exmp\9\strc\SQL.h - Dev-C++ 5.10

Файл Правка Поиск Вид Проект Выполнить Сервис AStyle Окно Справка

TDM-GCC 4.8.1 32-bit Debug

(globals)

SQL.h

```
1  #include <stdlib.h>
2
3  inline void ERR(const char* s) { cerr << s << endl;  exit(1); }
4
5  template <typename T> class Item {
6     T node; Item* next;
7  public:
8     Item(const T &elem, Item* n=0) { node=elem; next=n; }
9     T& get_node() { return node; }
10    Item* &get_next() { return next; }
11 };
12
13 template <typename T> class Stack {
14    Item<T> *top; T rab;
15 public:
16    Stack() { top = 0; }
17    void push(const T& elem) { top = new Item<T>(elem,top); }
18    T& pop() { if(!top) ERR("Stack::pop: empty stack");
19     rab = top->get_node(); Item<T> *p=top; top = p->get_next();
20     delete p; return rab; }
21    bool empty() const {return top == 0; }
22 };
23
24 template <typename T> class Queue {
25    Item<T> *head,*tail; T rab;
26 public:
27    Queue() { tail = head =0; }
```

Компилятор | Ресурсы | Журнал компиляции | Отладка | Результаты поиска

D:\A1\Lect2015\Exmp\9\strc\SQL.h - Dev-C++ 5.10

Файл Правка Поиск Вид Проект Выполнить Сервис AStyle Окно Справка

TDM-GCC 4.8.1 32-bit Debug

(globals)

SQL.h

```
23
24 template <typename T> class Queue {
25    Item<T> *head,*tail; T rab;
26 public:
27    Queue() { tail = head =0; }
28    void put(const T& elem) {
29     if(tail==0) tail = head = new Item<T>(elem);
30     else tail = (tail->get_next() = new Item<T>(elem)); }
31    T& get() { if(head==0) ERR("Queue::get: queue is empty");
32     Item<T> *p=head; rab = head->get_node();
33     head=head->get_next(); delete p; if(head==0) tail=0;
34     return rab; }
35    bool empty() { return head==0;}
36 };
37
38 template <typename T> class List {
39 Item<T> *front,*back; T rab;
40 Item<T>* find(Item<T>* &F, const T& k) {
41     if(front==NULL) return (F=NULL);
42     Item<T> *ptr=F=front;
43     if(front->get_node()==k) return 0;
44     while((F=ptr->get_next())!=NULL) {
45         if(F->get_node()==k) break; ptr=F; }
46     return ptr; }
47 public:
48 List() { front = back =0; }
49 bool empty() { return front==0; }
```

Компилятор | Ресурсы | Журнал компиляции | Отладка | Результаты поиска

Line: 1 Col: 1 Sel: 0 Lines: 94 Length: 3305 Вставка Done parsing in 0,156 seconds

D:\A1\Lect2015\Exmp\9\strc\SQL.h - Dev-C++ 5.10

Файл Правка Поиск Вид Проект Выполнить Сервис AStyle Окно Справка

TDM-GCC 4.8.1 32-bit Debug

(globals)

SQL.h

```
47  public:
48  List() { front = back =0; }
49  bool empty() { return front==0; }
50  void push_back(const T& elem) {
51      if(back==0) front = back = new Item<T>(elem);
52      else back = (back->get_next() = new Item<T>(elem));  }
53  T& pop_back() {
54      if(back==0) ERR("List::pop_back: list is empty");
55      rab=back->get_node(); Item<T> *p=front;
56      if(front==back) front = back = 0;
57      else { while(p->get_next()!=back) p=p->get_next();
58      back=p; p=p->get_next(); back->get_next()=0;}
59      delete p; return rab; }
60  bool insert_after(const T& k, const T& after) {
61      Item<T> *c; find(c,after); if(c==0) return 0;
62      c->get_next()=new Item<T>(k,c->get_next()); return 1; }
63  bool remove(const T& k) { Item<T> *b,*c; b=find(c,k);
64      if(!c) return 0;
65      if(b==NULL) { front=front->get_next(); delete (c); }
66      else { b->get_next()=c->get_next(); delete(c); }
67      return 1;}
68  void push_front(const T& elem) {
69      front = new Item<T>(elem,front);
70      if(back==0) back = front; }
71  T& pop_front() {
72      if(front==0) ERR("List::pop_front: list is empty");
73      Item<T> *p=front; rab = p->get_node();
```

Компилятор | Ресурсы | Журнал компиляции | Отладка | Результаты поиска

Line: 46 Col: 18 Sel: 0 Lines: 94 Length: 3305 Вставка Done parsing in 0,156 seconds

D:\A1\Lect2015\Exmp\9\strc\SQL.h - Dev-C++ 5.10

Файл Правка Поиск Вид Проект Выполнить Сервис AStyle Окно Справка

TDM-GCC 4.8.1 32-bit Debug

(globals)

SQL.h

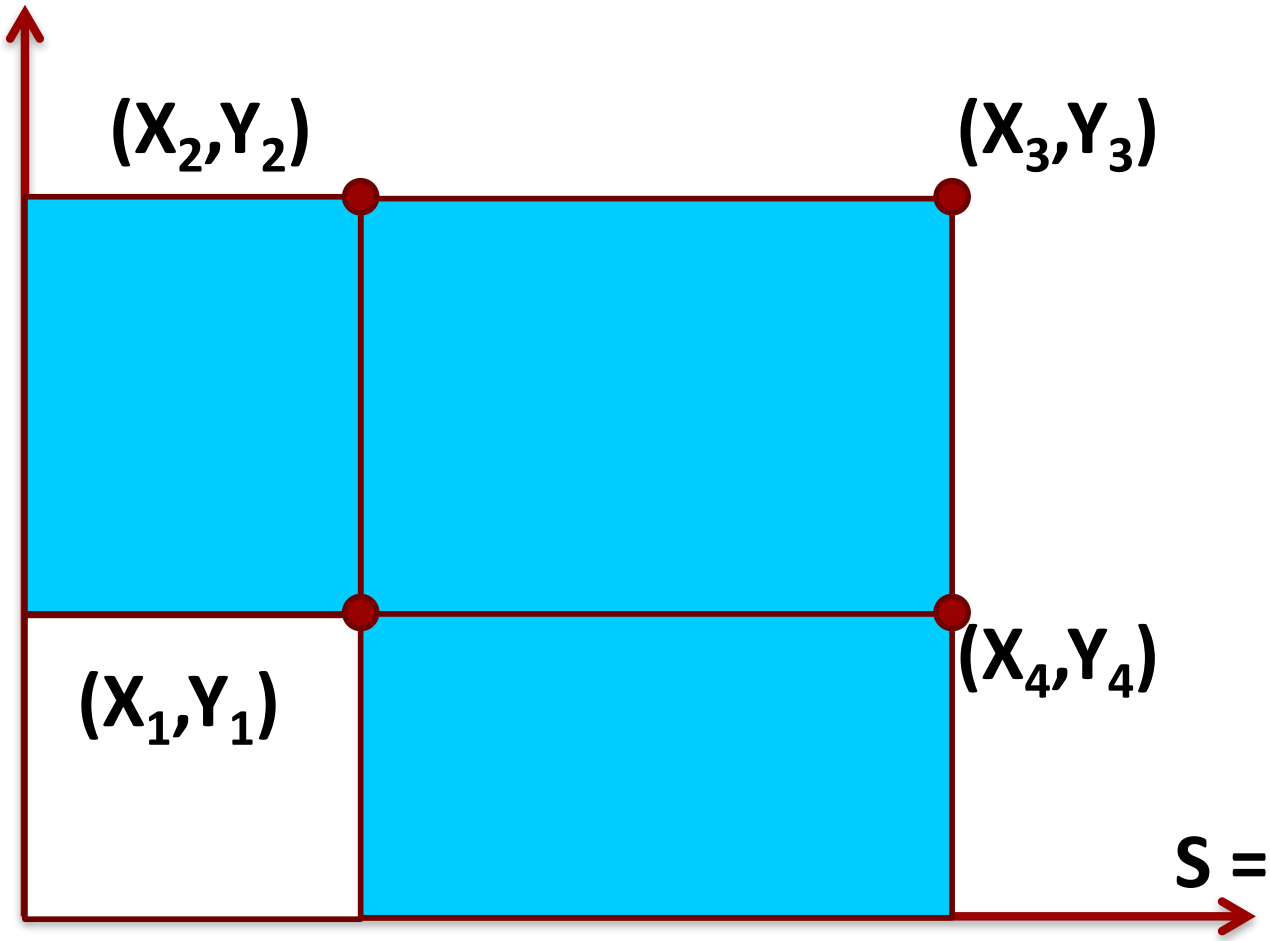
```
69      front = new Item<T>(elem,front);
70      if(back==0) back = front; }
71  T& pop_front() {
72      if(front==0) ERR("List::pop_front: list is empty");
73      Item<T> *p=front; rab = p->get_node();
74      front=p->get_next(); delete p;
75      if(front==0) back=0; return rab; }
76  void sort() { Item<T> *D=0;
77      while(front!=0) { Item<T> *p=front; rab = front->get_node();
78          while(p=p->get_next())if(p->get_node()>rab) rab=p->get_node();
79          D = new Item<T>(rab,D); remove(rab); }
80      front = D; back = front;
81      while(back->get_next()!=0) back=back->get_next(); }
82  void revers() { Item<T> *D=0;
83      while(front!=0) D = new Item<T>(pop_front(),D);
84      front = D; back=front;
85      while(back->get_next()!=0) back=back->get_next(); }
86  T& operator[](int i) { Item<T>* p=front;
87      while(i-- && p) p=p->get_next();
88      if(p) return p->get_node();
89      ERR("LIST::operator[]: end of List appear");}
90  friend ostream& operator<<(ostream& out, const List<T>& a) {
91      Item<T>* p=a.front;
92      while(p) { out << p->get_node() << endl; p=p->get_next(); }
93      return out; }
94  };
```

Компилятор | Ресурсы | Журнал компиляции | Отладка | Результаты поиска

Line: 46 Col: 18 Sel: 0 Lines: 94 Length: 3305 Вставка Done parsing in 0,156 seconds

Пример 2: вычисление площади прямоугольной фигуры, заданной произвольным перечислением координат вершин

```
#include <iostream>
#include <fstream>
#include “SQL.h» /* Файл с описанием шаблонов
  Стека, Очереди и Списка    */
using namespace std;
```



$$S = + x_3 * y_3 - x_4 * y_4 - x_2 * y_2 + x_1 * y_1$$

Вычисление площади фигуры

```
class point {
    int x,y;
public:
    point(int a=0,int b=0) { x=a; y=b; }
    friend ostream& operator<< ( ostream& a, const point& b) {
        return a << '(' << b.x << ',' << b.y << ')'; }
    friend istream& operator>> ( istream& a, point& b) {
        return a >> b.x >> b.y; }
    bool operator> (const point& b) {
       if (x==b.x) return y>b.y; else return x>b.x; }
    bool operator!= (const point& b) { return x!=b.x || y!=b.y; }
    bool operator== (const point& b) { return x==b.x && y==b.y; }
    point operator! () { return point(y,x); }
    int operator[](int i) { return i==1?x:y; }
};
```

```
int main() {
List<point> Sx, Sy;
point a,b;  int i,k,s=0;
ifstream in("test_sq.dat");
    while(in>>a) { Sx.push_front(a); Sy.push_front(!a); }
    Sx.sort();  Sy.sort();  a=b=Sx[0];
    do {        for(i=k=0;Sx[i][1]<a[1];i++);
                while(a[1]==Sx[i][1] && Sx[i][2]<a[2]) i++,k++;
                if(k%2) i--; else i++; a=!Sx[i]; s-=a[1]*a[2];
                for(i=k=0;Sy[i][1]<a[1];i++);
                while(a[1]==Sy[i][1] && Sy[i][2]<a[2]) i++,k++;
                if(k%2) i--; else i++; a=!Sy[i]; s+=a[1]*a[2];
    } while(a!=b);
    cout << "S= " << s << endl;
    return 0; }
```

D:\A1\Lect2015\Exmp\9\strc\tst1.cpp - Dev-C++ 5.10

Файл Правка Поиск Вид Проект Выполнить Сервис AStyle Окно Справка

TDM-GCC 4.8.1 32-bit Debug

(globals)

SQL.h tst1.cpp

```cpp
#include <iostream>
#include <fstream>
using namespace std;
#include "SQL.h"    /* Файл с описанием шаблонов Стека, Очереди и Списка    */


class point {
      int x,y;
public:
       point(int a=0,int b=0) { x=a; y=b; }
       friend ostream& operator<< ( ostream& a,const point& b) {
             return a << '(' << b.x << ',' << b.y << ')'; }
       friend istream& operator>> ( istream& a,point& b) {
             return a >> b.x >> b.y; }
       bool operator> (const point& b) {
            if (x==b.x) return y>b.y; else return x>b.x; }
       bool operator!= (const point& b) { return x!=b.x || y!=b.y; }
       bool operator== (const point& b) { return x==b.x && y==b.y; }
       point operator!() { return point(y,x); }
       int operator[](int i) { return i==1?x:y; }
};

int main() {
List<point> Sx,Sy;
point a,b; int i,k,s=0;
ifstream in("test_sq.dat");
       while(in>>a) { Sx.push_front(a); Sy.push_front(!a); }
```

Компилятор Ресурсы Журнал компиляции Отладка Результаты поиска

Line: 1 Col: 1 Sel: 0 Lines: 38 Length: 1357 Вставка Done parsing in 1,233 seconds

D:\A1\Lect2015\Exmp\9\strc\tst1.cpp - Dev-C++ 5.10

Файл Правка Поиск Вид Проект Выполнить Сервис AStyle Окно Справка

TDM-GCC 4.8.1 32-bit Debug

(globals)

SQL.h | tst1.cpp

```
13        friend istream& operator>> ( istream& a,point& b) {
14              return a >> b.x >> b.y;
15        bool operator> (const point& b
16              if (x==b.x) return y>b.y;
17        bool operator!= (const point&
18        bool operator== (const point&
19        point operator!() { return poi
20        int operator[](int i) { return
21  };
22
23  int main() {
24  List<point> Sx,Sy;
25  point a,b; int i,k,s=0;
26  ifstream in("test_sq.dat");
27        while(in>>a) { Sx.push_front(a); Sy.push_front(!a); }
28        Sx.sort(); Sy.sort(); a=b=Sx[0];
29        do { for(i=k=0;Sx[i][1]<a[1];i++);
30              while(a[1]==Sx[i][1] && Sx[i][2]<a[2]) i++,k++;
31              if(k%2) i--; else i++; a=!Sx[i]; s-=a[1]*a[2];
32              for(i=k=0;Sy[i][1]<a[1];i++);
33              while(a[1]==Sy[i][1] && Sy[i][2]<a[2]) i++,k++;
34              if(k%2) i--; else i++; a=!Sy[i]; s+=a[1]*a[2];
35        } while(a!=b);
36        cout << "S= " << s << endl;
37        return 0;
38  }
```

D:\A1\Lect2015\Exmp\9\strc\tst1.exe

```
S= 234

--------------------------------
Process exited after 3.427 seconds with return value 0
Для продолжения нажмите любую клавишу . . .
```

Компилятор | Ресурсы | Журнал компиляции | Отладка | Результаты поиска

Line: 1 Col: 1 Sel: 0 Lines: 38 Length: 1357 Вставка Done parsing in 1,233 seconds

Типы данных

- **Базовые**
- **Указатели**
- **Составные**
  - Массивы, строки,
  - Структуры, объединения, перечисления
- **Абстрактные**
  - Списки
  - Очереди
  - Стеки…