Основы алгоритмизации и программирования

ФИСТ 1 курс

Власенко
Олег
Федосович

Лекция 11

Динамические структуры данных. Списки. Односвязный и двусвязный список.

Динамические структуры данных

«данные особой структуры, которые **представляют собой отдельные элементы, связанные с помощью ссылок.**
Каждый элемент (узел) состоит из двух областей памяти: поля данных и ссылок.
Ссылки – это адреса других узлов этого же типа, с которыми данный элемент логически связан.
В языке Си для организации ссылок используются переменные
- указатели.
При добавлении нового узла в такую структуру выделяется новый блок памяти и (с помощью ссылок) устанавливаются связи этого элемента с уже существующими.
Для обозначения конечного элемента в цепи используются нулевые ссылки (NULL).»
http://k504.khai.edu/attachments/article/762/devcpp_4.pdf

Где и когда нужны динамические структуры данных???

Динамические структуры данных

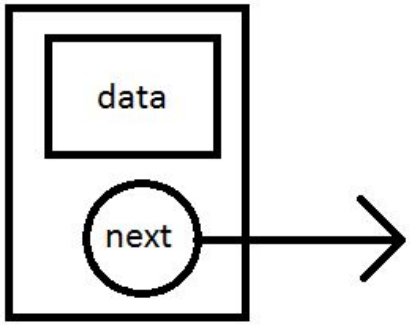
Список односвязный
Список двусвязный
Циклический список
Дерево
Двоичное дерево
Двоичное дерево поиска
Графы
…

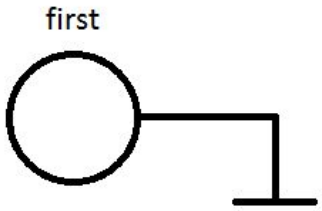
Еще раз о структурах

```
struct Line {
    int x1, y1, x2, y2;
};

struct Line newLine =  {10, 10, 20, 10};
struct Line * lines = NULL;
```

Еще раз о структурах (2)

```
struct Line {
    int x1, y1, x2, y2;
};

struct Line newLine =  {10, 10, 20, 10};
struct Line * lines = NULL;

struct Node {
    int data;
    struct Node * next;
};

struct Node * first = NULL;
```



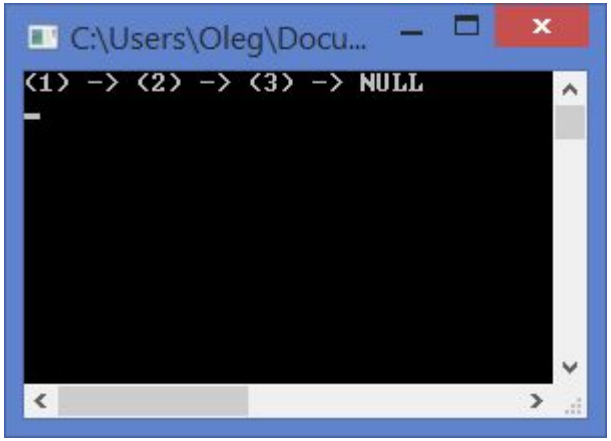


Отрабатываем навыки рисования

```
void main() {
    struct Node node1 = {1, NULL};
    struct Node node2 = { 2, NULL };
    struct Node node3 = { 3, NULL };

    first = &node1;
    node1.next = &node2;
    node2.next = &node3;

    printList();
}
```

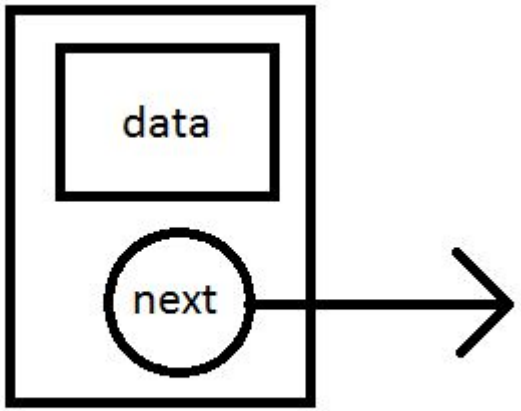
Отрабатываем навыки рисования (2)

```
void printList() {

    struct Node * ptr = first;
    while (ptr != NULL) {
        printf("(%d) -> ", ptr->data);
        ptr = ptr->next;
    }
    printf("NULL\n");
}
```

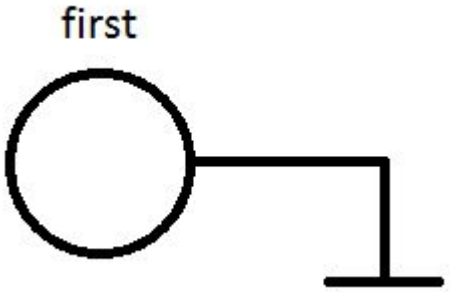


Связанный список в динамической памяти

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

struct Node {
    int data;
    struct Node * next;
};
```




```
struct Node * first = NULL;
```



Связанный список в динамической памяти (2)

```
void printList() {
    struct Node * ptr = first;
    while (ptr != NULL) {
        printf("(%d) -> ", ptr->data);
        ptr = ptr->next;
    }
    printf("NULL\n");
}
```

Связанный список в динамической памяти (3)

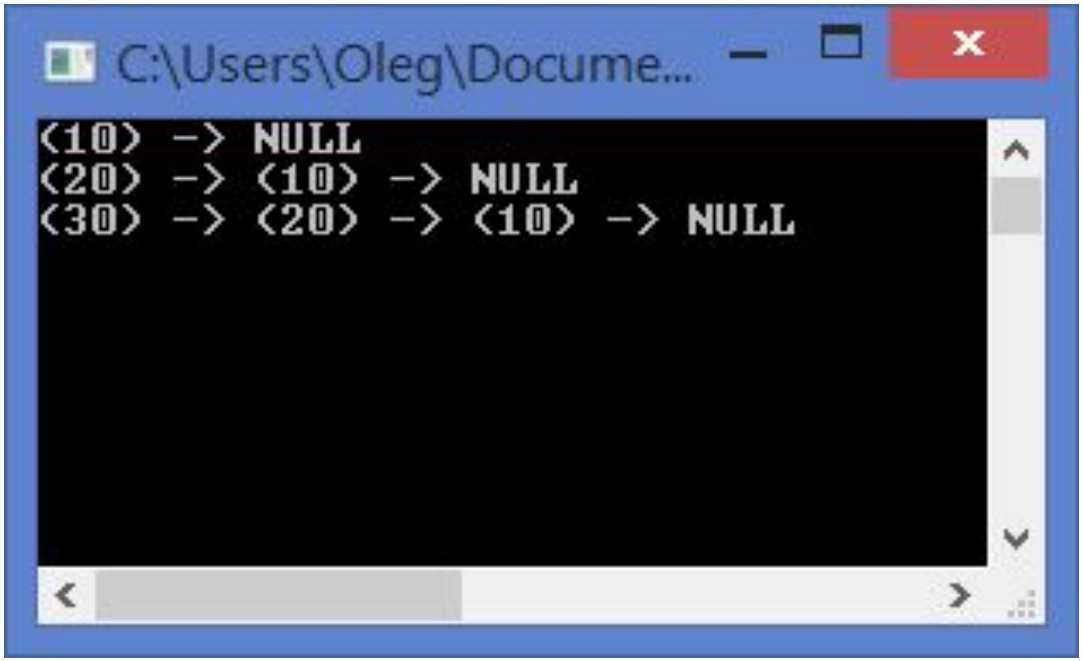
```
void addToHead(int value) {

    struct Node  * newNode;
    newNode = (struct Node*)malloc(sizeof(
                        struct Node));

    newNode->next = first;
    newNode->data = value;

    first = newNode;
}
```

Связанный список в динамической памяти (4)

```
int deleteFromHead()
{
    int value = first->data;
    struct Node * delNode = first;

    first = first->next;
    free(delNode);

    return value;
}
```

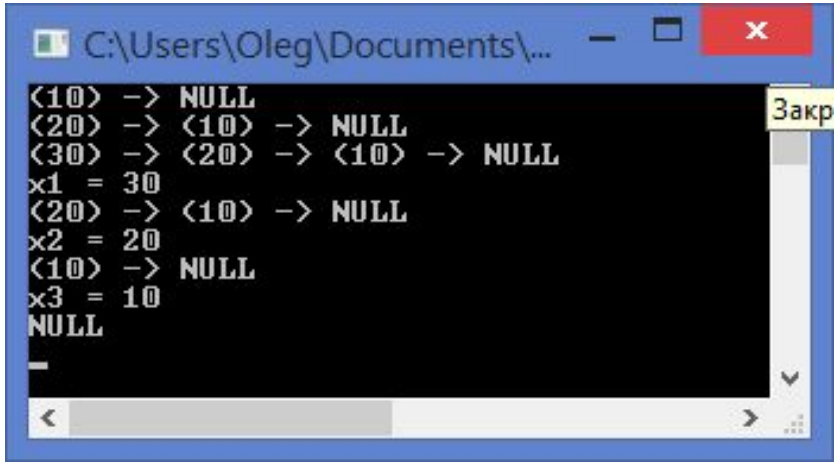
Связанный список в динамической памяти (5)

```
void main() {

    addToHead(10);
    printList();

    addToHead(20);
    printList();

    addToHead(30);
    printList();
```



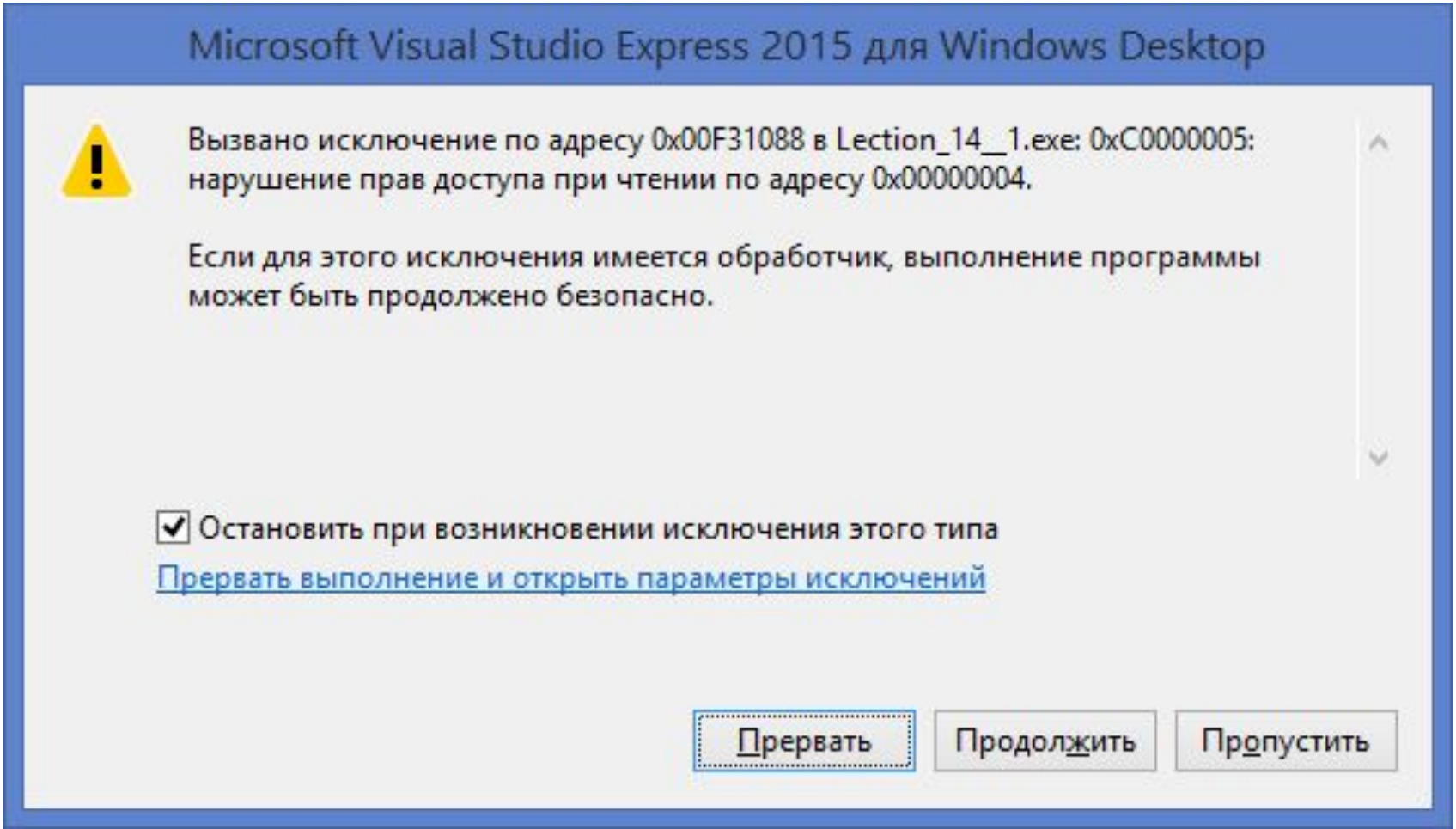
Связанный список в динамической памяти (6)

```
int x1 = deleteFromHead();
printf("x1 = %d\n", x1);
printList();

int x2 = deleteFromHead();
printf("x2 = %d\n", x2);
printList();

int x3 = deleteFromHead();
printf("x3 = %d\n", x3);
printList();
```



Связанный список в динамической памяти (7)

```
    int x4 = deleteFromHead();
    printf("x4 = %d\n", x4);
    printList();
}
```



И снова – урок рисования

!!!

Очистка всего списка

```
void clearList()
{
	while (first != NULL)
	{
		struct Node * delNode = first;
		first = first->next;
		free(delNode);
	}
}
```

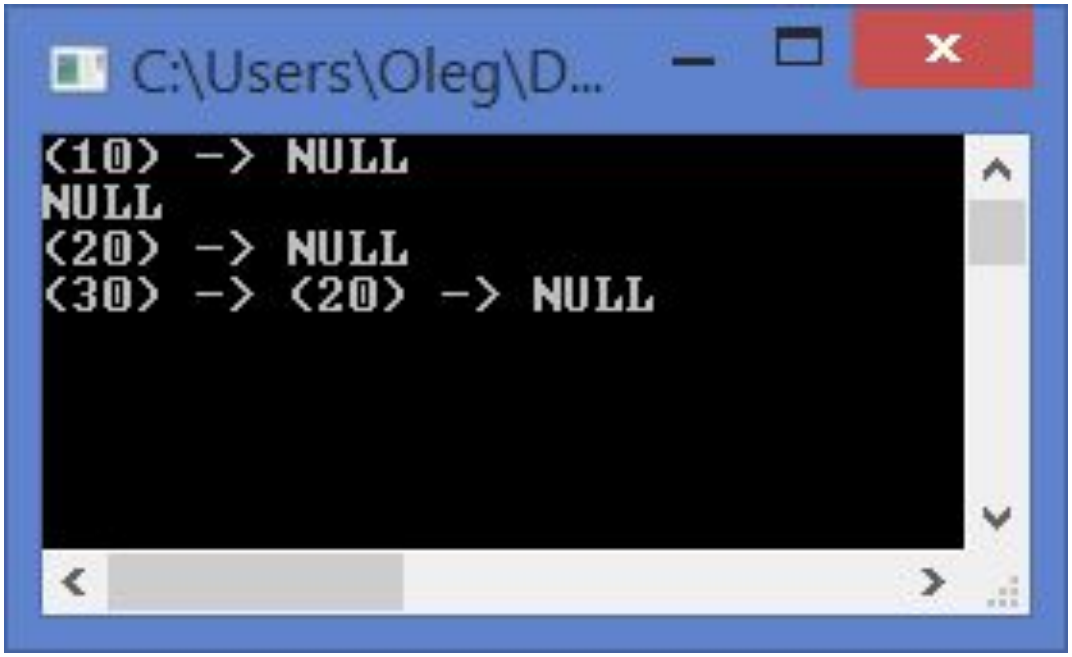
Трассировка!!!

Защита от пустого списка

```
int deleteFromHead()
{
    if (first == NULL) {
        return -1;
    }

    int value = first->data;
    struct Node * delNode = first;

    first = first->next;
    free(delNode);

    return value;
}
```

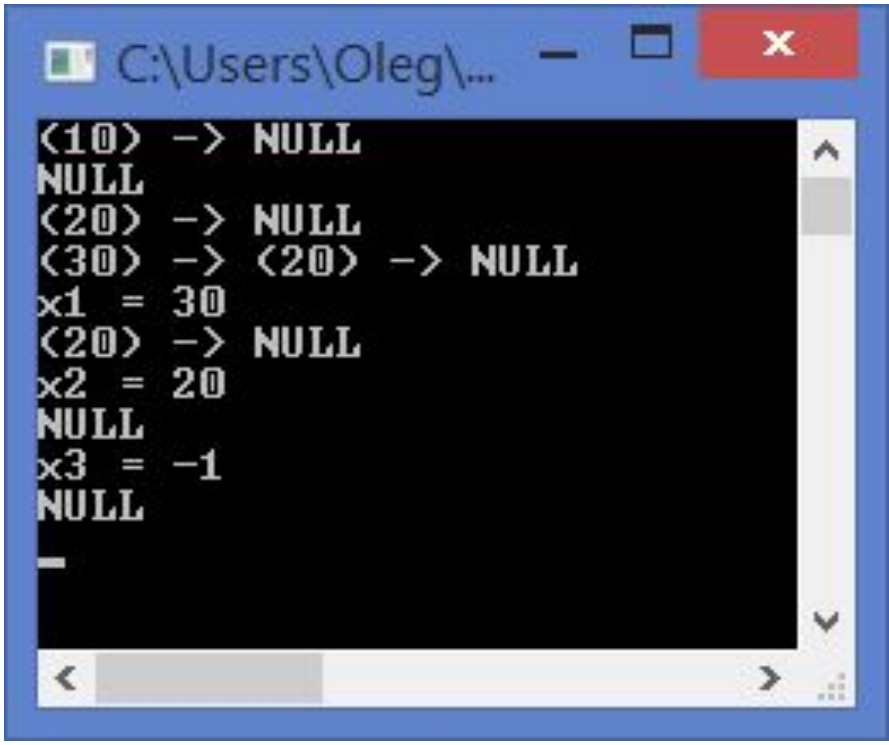
Собираем все вместе

```
void main() {

    addToHead(10);
    printList();

    clearList();
    printList();

    addToHead(20);
    printList();

    addToHead(30);
    printList();
```



Собираем все вместе (2)

```
    int x1 = deleteFromHead();
    printf("x1 = %d\n", x1);
    printList();

    int x2 = deleteFromHead();
    printf("x2 = %d\n", x2);
    printList();

    int x3 = deleteFromHead();
    printf("x3 = %d\n", x3);
    printList();
}
```



Вставляем элемент в конец списка

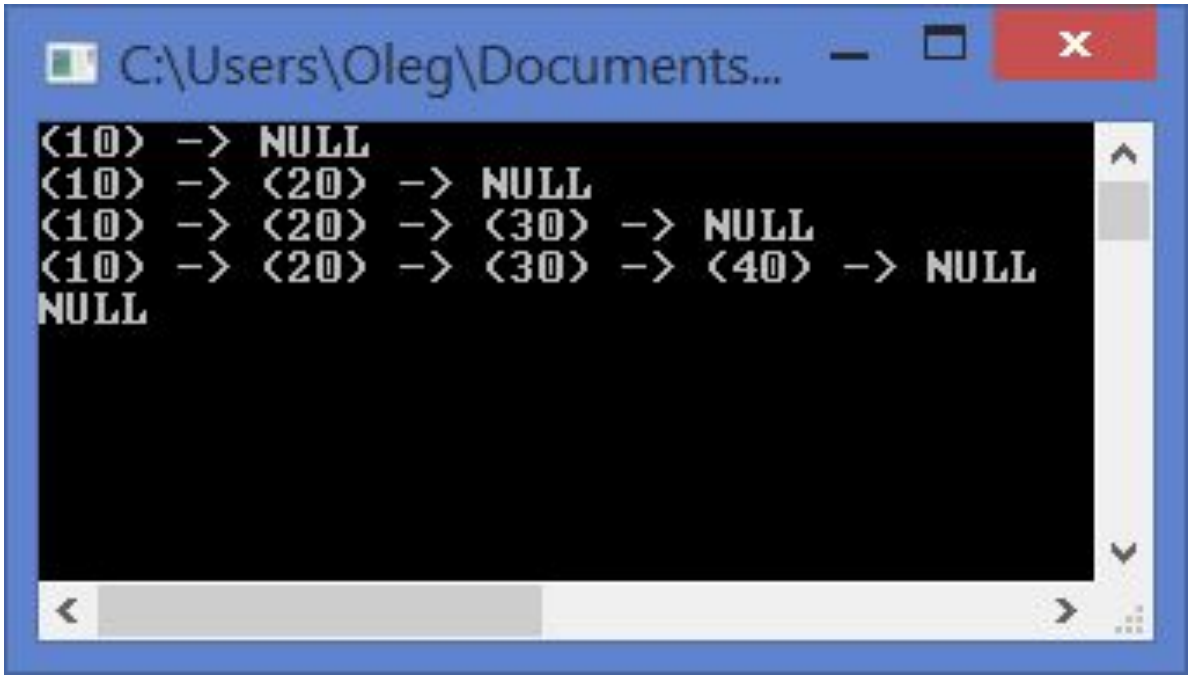
```
void addToTail(int value) {

    struct Node  * newNode;
    newNode = (struct Node*)malloc(
                        sizeof(struct Node));
    newNode->data = value;
    newNode->next = NULL;
```

Вставляем элемент в конец списка (2)

```
    if (first == NULL) {
        first = newNode;
        return;
    }

    if (first->next == NULL) {
        first->next = newNode;
        return;
    }

    struct Node * last = first;
    while (last->next != NULL) {
        last = last->next;
    }
    last->next = newNode;
}
```

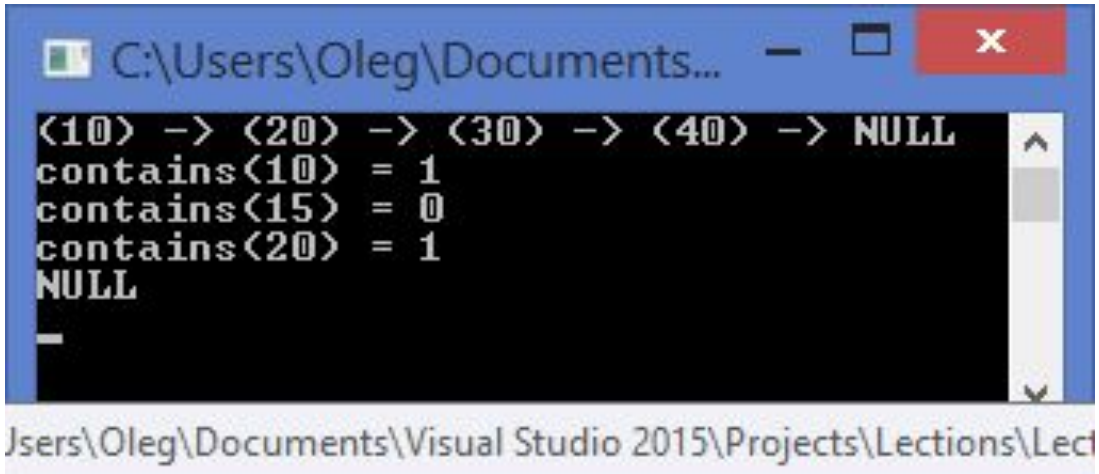
Вставляем элемент в конец списка (3)

```
void main() {
    addToTail(10);
    printList();

    addToTail(20);
    printList();

    addToTail(30);
    printList();

    addToTail(40);
    printList();

    clearList();
    printList();
}
```



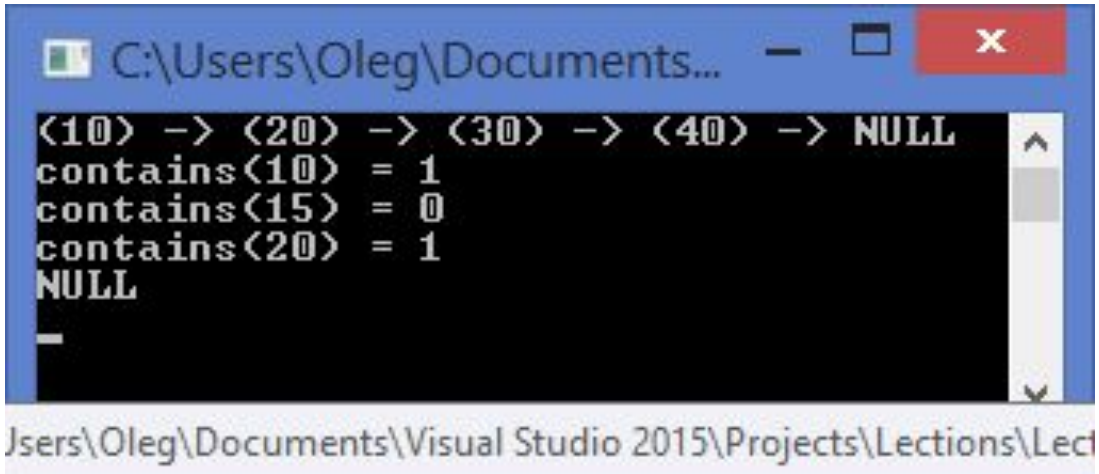
Проверка, есть ли элемент в списке

```
void main() {
    addToTail(10);
    addToTail(20);
    addToTail(30);
    addToTail(40);
    printList();

    printf("contains(10) = %d\n", contains(10));
    printf("contains(15) = %d\n", contains(15));
    printf("contains(20) = %d\n", contains(20));

    clearList();
    printList();
}
```



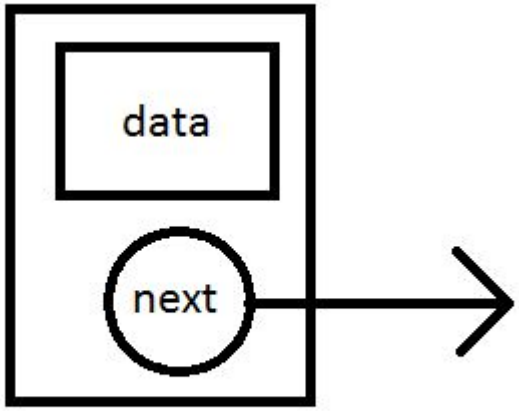
Проверка, есть ли элемент в списке - код

```
int contains(int value)
{
    struct Node * ptr = first;
    while (ptr != NULL) {
        …
    }
    return 0; // если так и не нашли элемента ==value
}
```

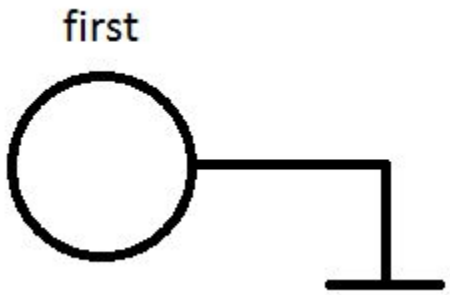


Односвязный список

```
struct Node {
    int data;
    struct Node * next;
};
```

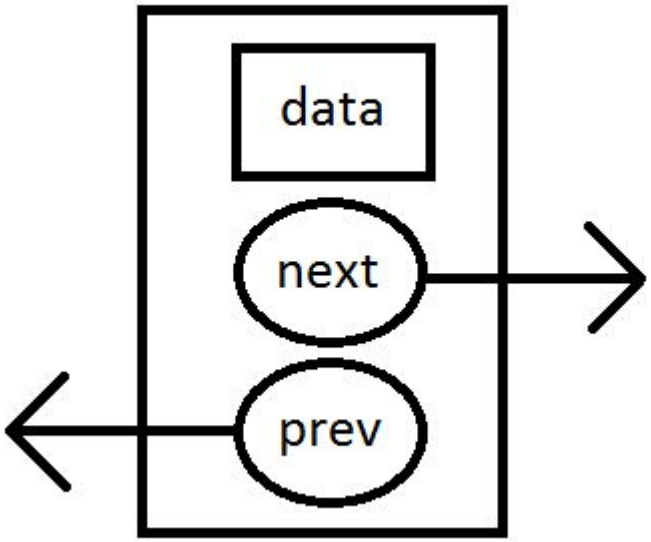



```
struct Node * first = NULL;
```

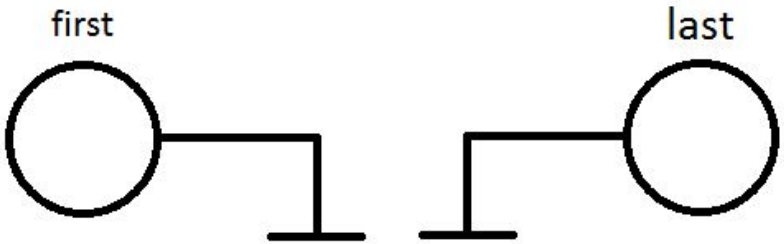


Двусвязный список

```
struct Node2 {
    int data;
    struct Node2 * next;
    struct Node2 * prev;

};
```




```
struct Node2 * first = NULL;
struct Node2 * last = NULL;
```

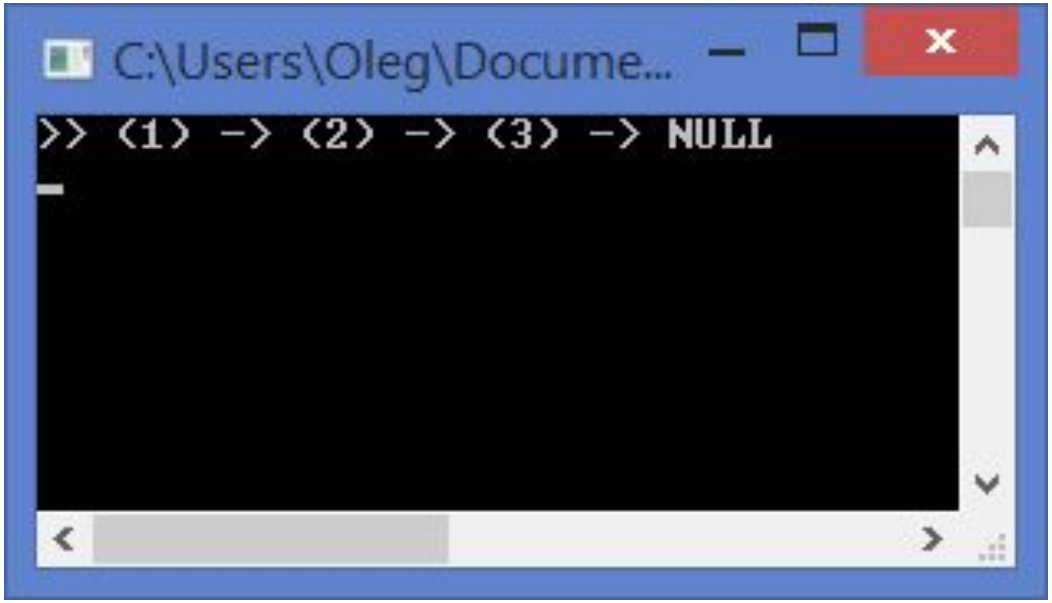


Отрабатываем навыки рисования

```
void main() {
    struct Node2 node1 = { 1, NULL, NULL };
    struct Node2 node2 = { 2, NULL, NULL };
    struct Node2 node3 = { 3, NULL, NULL };
        first = &node1;
        node1.next = &node2;
        node2.next = &node3;
            last = &node3;
            node3.prev = &node2;
            node2.prev = &node1;

    printList();
    printListRev();
}
```

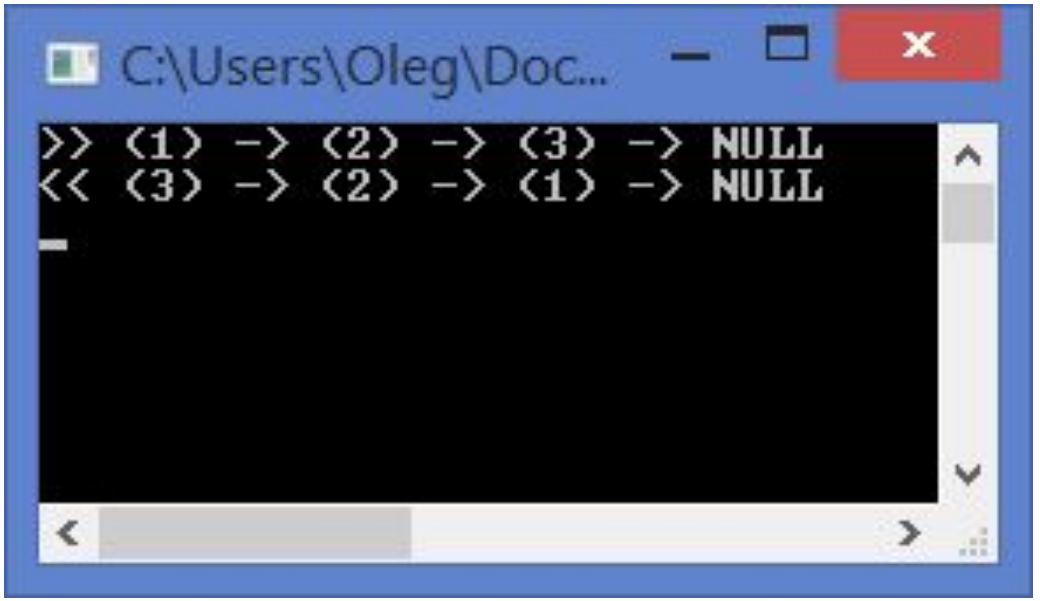
Вывод списка

```
void printList() {
    printf(">> ");

    struct Node2 * ptr = first;
    while (ptr != NULL) {
        printf("(%d) -> ", ptr->data);
        ptr = ptr->next;
    }
    printf("NULL\n");

}
```



Вывод списка от конца в начало

```
void printListRev() {
    printf("<< ");

    struct Node2 * ptr = last;
    while (ptr != NULL) {
        printf("(%d) -> ", ptr->data);
        ptr = ptr->prev;
    }
    printf("NULL\n");
}
```



Добавление элемента в голову списка

```
void addToHead(int value) {
    struct Node2  * newNode = (struct Node2*)
                malloc(sizeof(struct Node2));
    newNode->next = first;
    newNode->data = value;
    newNode->prev = NULL;

    if (first == NULL) {
        last = newNode;
        first = newNode;
    } else {
        first->prev = newNode;
        first = newNode;
    }
}
```

Добавление элемента в хвост списка

```
void addToTail(int value) {
    struct Node2  * newNode = (struct Node2*)
                malloc(sizeof(struct Node2));
    newNode->next = NULL;
    newNode->data = value;
    newNode->prev = last;

    if (last == NULL) {
        first = newNode;
        last = newNode;
    } else {
        last->next = newNode;
        last = newNode;
    }
}
```

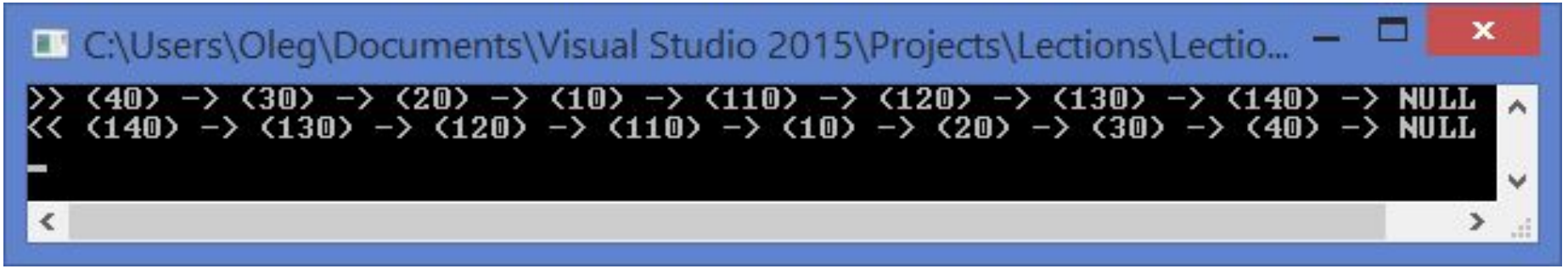
Пример добавления элементов в список

```
void main() {
    addToHead(10);
    addToHead(20);
    addToHead(30);
    addToHead(40);

    addToTail(110);
    addToTail(120);
    addToTail(130);
    addToTail(140);

    printList();
    printListRev();
}
```

Что будет выведено???

Пример добавления элементов в список

```
void main() {
	addToHead(10);
	addToHead(20);
	addToHead(30);
	addToHead(40);

	addToTail(110);
	addToTail(120);
	addToTail(130);
	addToTail(140);

	printList();
	printListRev();
}
```



Очистка списка

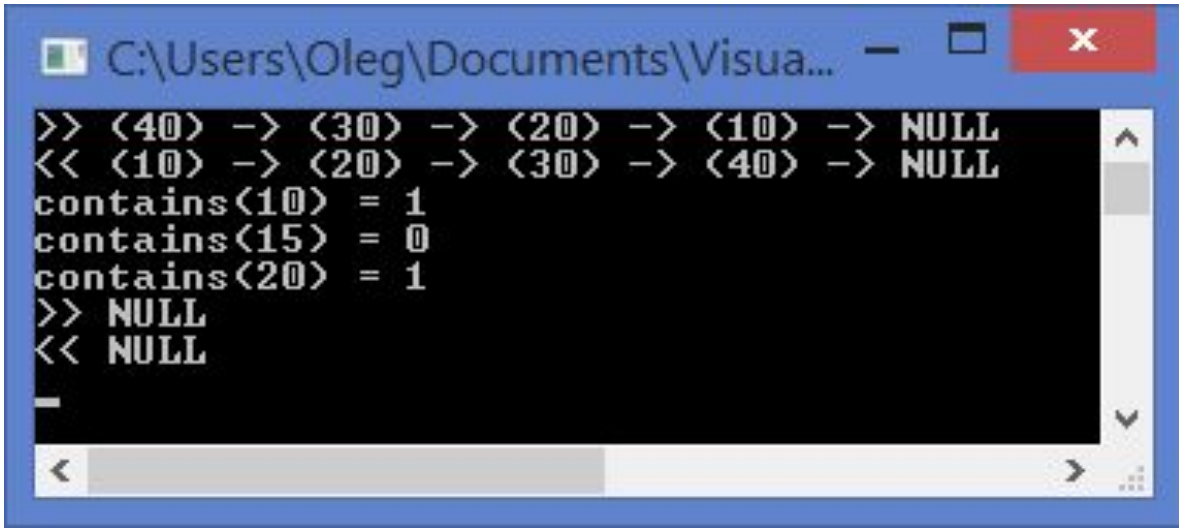
```
void clearList()
{
    while (first != NULL)  {
        struct Node2 * delNode = first;
        first = first->next;
        free(delNode);
    }

    last = NULL;
}
```

Список содержит элемент?

```
int contains(int value)
{
    struct Node2 * ptr = first;
    while (ptr != NULL) {
        if (ptr->data == value) {
            return 1;
        }
        ptr = ptr->next;
    }
    return 0;
}
```

Вызов clearList() и contains()

```
void main() {
    addToHead(10);
    addToHead(20);
    addToHead(30);
    addToHead(40);
    printList();
    printListRev();

    printf("contains(10) = %d\n", contains(10));
    printf("contains(15) = %d\n", contains(15));
    printf("contains(20) = %d\n", contains(20));

    clearList();
    printList();
    printListRev();
}
```



Удаление элемента из головы

```
int deleteFromHead()
{
    if (first == NULL) {
        return -1;
    }

    int value = first->data;
    struct Node2 * delNode = first;
```

Удаление элемента из головы (2)

```
    if (first == last) {
        first = NULL;
        last = NULL;
        free(delNode);
    }
    else {
        first = first->next;
        first->prev = NULL;
        free(delNode);
    }

    return value;
}
```

Удаление элемента из хвоста (1)

```
int deleteFromTail()
{
    if (last == NULL) {
        return -1;
    }

    int value = last->data;
    struct Node2 * delNode = last;
```

Удаление элемента из хвоста (2)

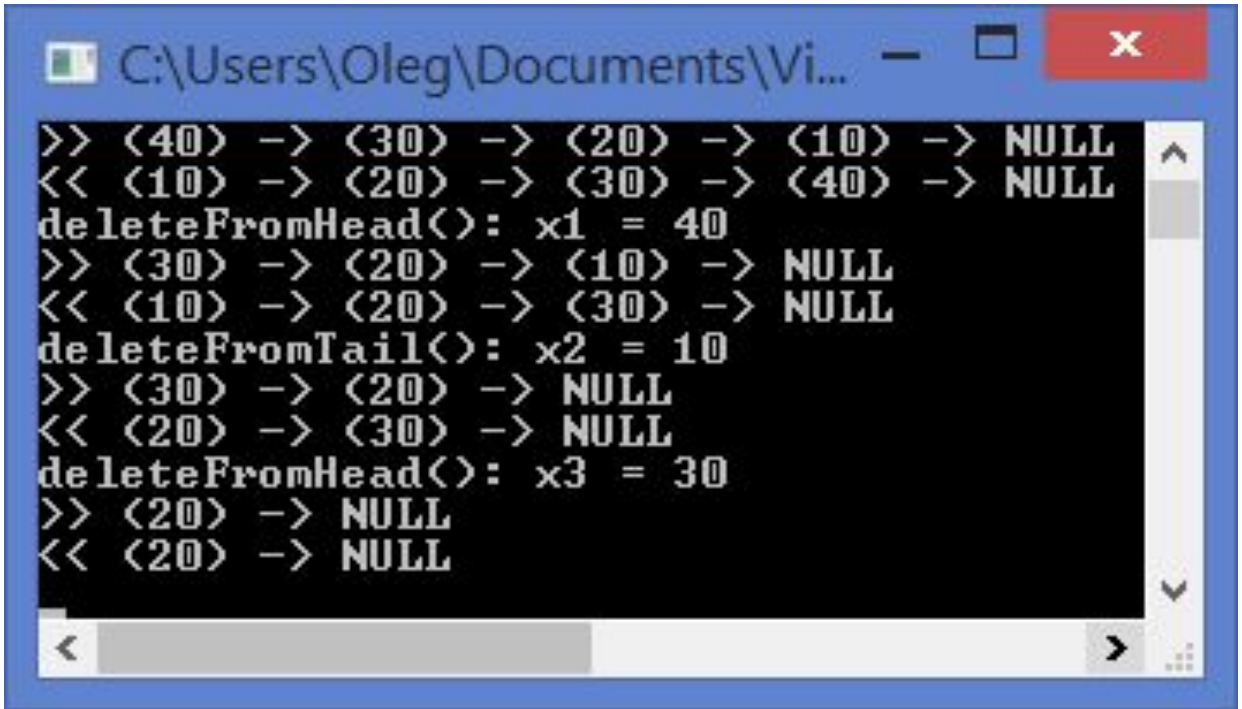
```
    if (first == last) {
        first = NULL;
        last = NULL;
        free(delNode);
    }
    else {
        last = last->prev;
        last->next = NULL;
        free(delNode);
    }

    return value;
}
```

Тестирование удаления

```
void main() {
    addToHead(10);
    addToHead(20);
    addToHead(30);
    addToHead(40);
    printList();
    printListRev();

    int x1 = deleteFromHead();
    printf("deleteFromHead(): x1 = %d\n", x1);
    printList();
    printListRev();
```

Тестирование удаления (2)

```
    int x2 = deleteFromTail();
    printf("deleteFromTail(): x2 = %d\n", x2);
    printList();
    printListRev();

    int x3 = deleteFromHead();
    printf("deleteFromHead(): x3 = %d\n", x3);
    printList();
    printListRev();
}
```



Домашнее задание

1. Делайте текущие лабораторные работы и сдавайте домашние работы!
2. Читайте про списки – см следующий слайд!

Источники информации

- http://www.intuit.ru/studies/courses/648/504/lecture/11456 **- Динамические структуры данных: однонаправленные и двунаправленные списки**
- http://k504.khai.edu/attachments/article/762/devcpp_4.pdf **- Динамические структуры данных**