ЯЗЫКИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ и СТРУКТУРЫ ДАННЫХ

Лекция 3

Массивы и указатели.
Динамические структуры данных.
Линейные структуры.
Списки.

https://do.ssau.ru/moodle/course/view.php?id=1375
https://do.ssau.ru/moodle/mod/forum/view.php?id=34435

Тип: указатель

Указатель – переменная, которая хранит адрес другой переменной (адрес памяти).

- Аналогия с указателями у дороги – они содержат информацию о там, как добраться до нужного места.

Указатель (англ. *pointer*) — переменная, диапазон значений которой состоит из адресов ячеек памяти или специального значения — *нулевого адреса*.

NULL используется для указания того, что в данный момент указатель не хранит адрес переменной.

Объявляется с использованием символа ***** перед именем переменной.

Формат

```
тип *имя_переменной;
```

Пример

```
int *a; // указатель на переменную
        // целочисленного типа
```

Операции над указателями

Две основные операции над указателями:
присваивание и **разыменование**.

- **Присваивание**
  - Для присваивания указателю некоторого адреса используется унарный оператор адресации **&,**который возвращает адрес памяти, по которому расположен операнд.
- **Разыменование**
  - для обращения к значению в памяти, на которое указывает указатель, используется унарный оператор разыменование ***** , который возвращает значение переменной, расположенной по адресу, на который указывает операнд.
- **Нулевой указатель**
  - указатель, хранящий специальное значение, используемое для того, чтобы показать, что данная переменная-указатель не ссылается (не указывает) ни на какой объект
  - В языке C++ это **0** или макрос **NULL**.

Арифметика указателей

Операции: `++`, `--`, `+` и `-`

Пример.

Пусть `p` – указатель на `int` переменную с адресом 2000.

После выполнения `++p`
`p` указывает на адрес 2004
(следующее `int` значение).

Указатели можно сравнивать, используя операторы отношения `==`, `<` и `>`.

Смысл имеет только сравнение указателей одного и того же типа.

Структуры данных

- **Структура данных** – это форма хранения и представления информации.
- Структуры данных бывают **простыми и сложными**: представляют атомарную единицу информации или набор однотипных данных.
- **Простые структуры данных** характеризуются **типом хранимой единицы информации**, например, целочисленный, вещественный, логический, текстовый тип и т.д.
- **Сложные структуры данных** делятся на **динамические и статические**.
- **Динамические** в процессе своего жизненного цикла позволяют изменять свой размер (добавлять и удалять элементы), а **статические** – нет.

Классификация сложных структур данных

- **Линейные**
  - Массив
  - Список
  - Стек
  - Очередь
  - Хэш-таблица
- **Иерархические**
  - Двоичные деревья
  - N-арные деревья
  - Иерархический список
- **Сетевые**
  - Простой граф
  - Ориентированный граф
- **Табличные**
  - Таблица реляционной базы данных
  - Двумерный массив
  - Разреженный массив (ортогональные списки)

Динамические структуры данных

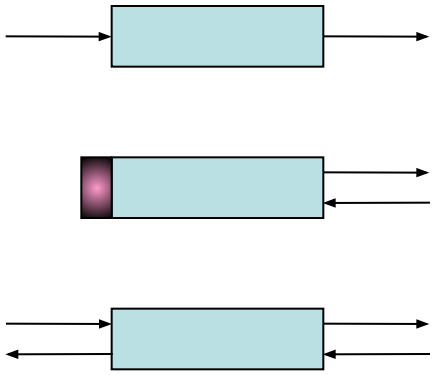
- Основным свойством динамических структур является отсутствие физической смежности элементов структуры в памяти и непостоянство числа элементов структуры в процессе её обработки.
- Размещение динамической структуры может быть реализовано как на смежной, так и на связной (как правило) памяти.
- Каждый элемент структуры на смежной памяти состоит их двух полей:
  - информационного поля или поля данных;
  - служебного поля – поля связок, в котором содержаться один или несколько указателей, связывающих данный элемент с другими элементами структуры.
- Размер структуры ограничивается только доступным размером памяти;
- При изменении логической последовательности элементов структуры не требуется их перемещения в памяти, достаточно лишь скорректировать указатели.

Классификация динамических структур данных

- Последовательности
  - Вектор
  - Матрица
  - Строка
  - Запись
  - Очередь
  - Стек
  - Дек
- Деревья
  - Бинарные
  - Сортированные бинарные
- Сети

Динамические линейные структуры:

1. Очередь – структура данных, реализующая: добавление – в конец, а удаление – из начала.
2. Стек – структура данных, реализующая: добавление и удаление с одной стороны.
3. Дек – структура данных, реализующая: добавление и удаление с двух сторон.



Линейные структуры данных

- **Массив** – это линейная структура однотипных данных, занимающих непрерывное пространство в памяти машины.

- Упорядоченность элементов массива определяется набором целых чисел, называемых индексами, которые связываются с каждым элементом массива и однозначно определяют его положение среди остальных элементов этого массива.

Составной типа данных: Массив

Массив – набор элементов

- одинакового типа
- расположенных в памяти подряд (друг за другом)
- обращение происходит с применением общего имени
- обращение к конкретному элементу осуществляется по индексу

Массив является структурой с произвольным доступом.

Массивы с одним индексом называют **одномерными**, с двумя — **двумерными** и т. д.

Одномерный массив соответствует вектору, двумерный — матрице.

Определение массива

Статическими называют массивы, размер которых в программе определён и не может меняться.

тип имя_массива[размер-константа];

```
int A[4];
// одномерный статический массив целых чисел длины 4
// нумерация элементов от 0 до 3
```

Номер элемента	0-й	1-й	2-й	3-й	…
Имя элемента	A[0]	A[1]	A[2]	A[3]	…
Адрес элемента	0108	010a	010c	010e	…

тип имя_массива[размер1][размер2];

```
int A[4][10];
// двумерный статический массив целых чисел длины ????
// нумерация элементов ????
```

Динамический массив

Динамическим называется массив, размер которого может меняться во время исполнения программы.

- Динамические массивы делают работу с данными более гибкой, так как не требуют предварительного определения хранимых объёмов данных, а позволяют регулировать размер массива в соответствии с реальными потребностями.

- Указатель можно рассматривать как динамический массив.
- С помощью операторов **`new/delete`** можно выделять/освобождать память для динамического массива.
- Указатель ссылается на первый элемент массива (имя массива без индекса образует указатель на начало этого массива).
- `ptr[4]` **эквивалентно** `*(ptr+4)`
- Позволяет обращаться к элементам массива по индексу.

Операторы выделения и освобождения памяти

new *тип*[*размер*]

возвращает адрес непрерывного участка памяти для объекта типа *тип* размерностью *размер*

delete[] *имя_указателя*

освобождает память, выделенную оператором `new`, начиная с адреса, на который ссылается указатель.

Пример.

```
int ar_sz=10;
float *ptr = new float[ar_sz];
// выделили область памяти
ptr[1] = 1; ptr[2] = 2;
delete[] ptr; // освободили память
```

Массивы указателей

Указатели могут храниться в массивах.

```
// Объявление динамического 5-элементного
//  массива указателей на int.
const int arr_size = 5;
void main() {
   int *arr[arr_size];
   for (int i = 0; i < arr_size; i++) {
      arr[i] = new int[i+1];
      for (int j = 0; j < i + 1; j++) {
         arr[i][j] = j + 1;
         cout << arr[i][j] << " ";
      }
      cout << endl;
   }
}
```

Вывод:

```
1
1 2
1 2 3
1 2 3 4
1 2 3 4 5
```

Двумерный массив

В предыдущем примере – фактически получили двумерный массив с размерами: `1 2 3 4 5`

Двумерный массив ⇔ Одномерный массив одномерных массивов.

Объявление:

Тип имя_массива`[`*размер1*`][`*размер2*`];`

```
int B[3][10];
// матрица с 3 строками и 10 столбцами
```

`B[2, 5]` – неправильное обращение

`B[2][5]` – правильное обращение

`char имя_массива[размер1][размер2]`

– массив строк

Массивы указателей
Выделение и освобождение памяти.

Динамический двумерный массив.

```
// выделять память нужно так
int **arr;
arr = new int*[N];
for(int i = 0; i < N; i++)
  arr[i] = new int[N];

// освобождать память нужно так
for(int i = 0; i < N; i++)
  delete[] arr[i];
delete[] arr;
```

Утечки памяти

Если не освобождать память, то может остаться «мусор» - фактически занятые на время выполнения программы участки памяти, к которым из программы нельзя обратиться.

```
int *arr;
arr = new int[5];
arr = new int[6]; // утечка памяти
```

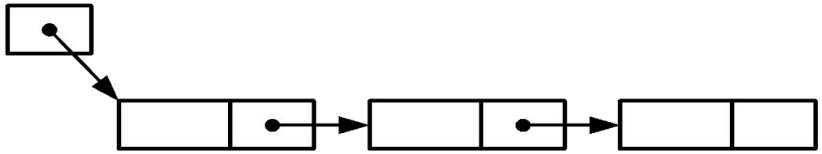
Выделенная память должна освобождаться.
Каждому **new** должен соответствовать **delete**.

Линейные структуры данных

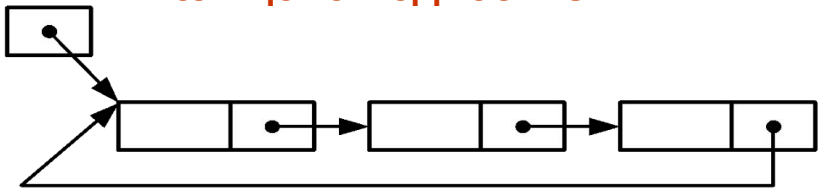
- **Список** – совокупность элементов типа структура, расположенных в произвольных местах памяти, связанных друг с другом через поля связи – переменные в которых хранятся ссылки (адреса) на следующий (предшествующий) элемент.
- Динамическая линейная структура данных, в которой каждый элемент ссылается только на предыдущий – *однонаправленный линейный список*, ссылается на предыдущий и следующий за ним – *двунаправленный линейный список*.
- Достоинство этой структуры данных, помимо возможности изменять размер, - это простота реализации.

Виды списков

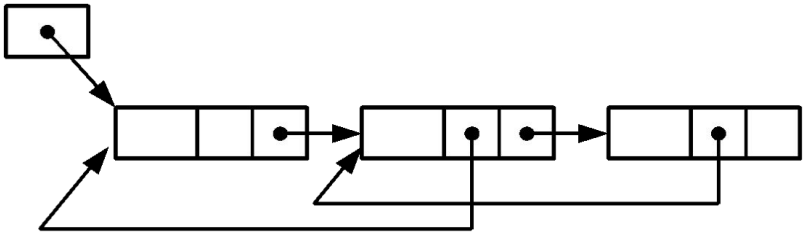
Линейный односвязный



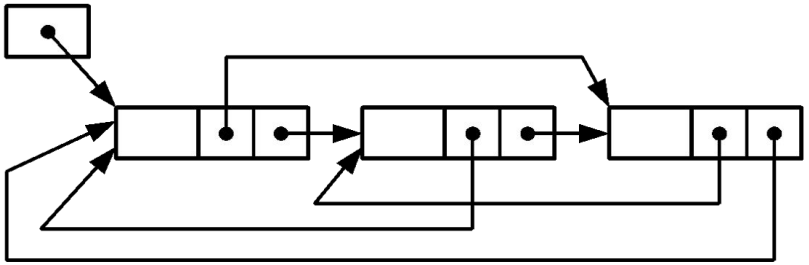
Кольцевой односвязный



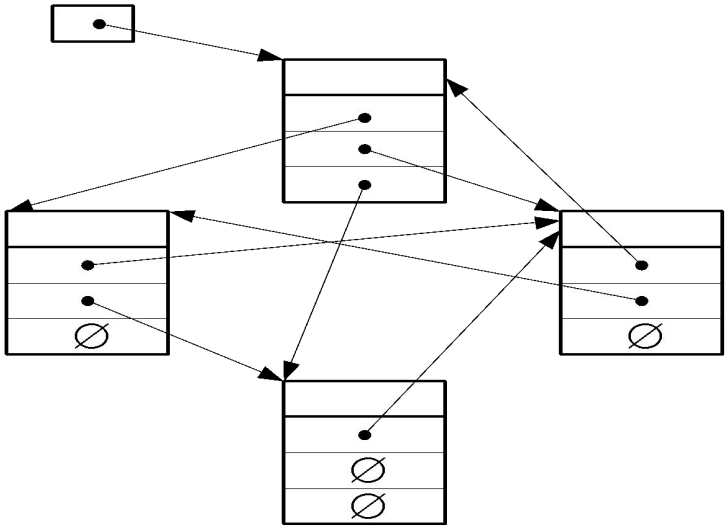
Линейный двусвязный



Кольцевой двусвязный



Сетевой n-связный



Линейный односвязный список

```
struct list
{ int val;
  list *next;}
```

Операции:

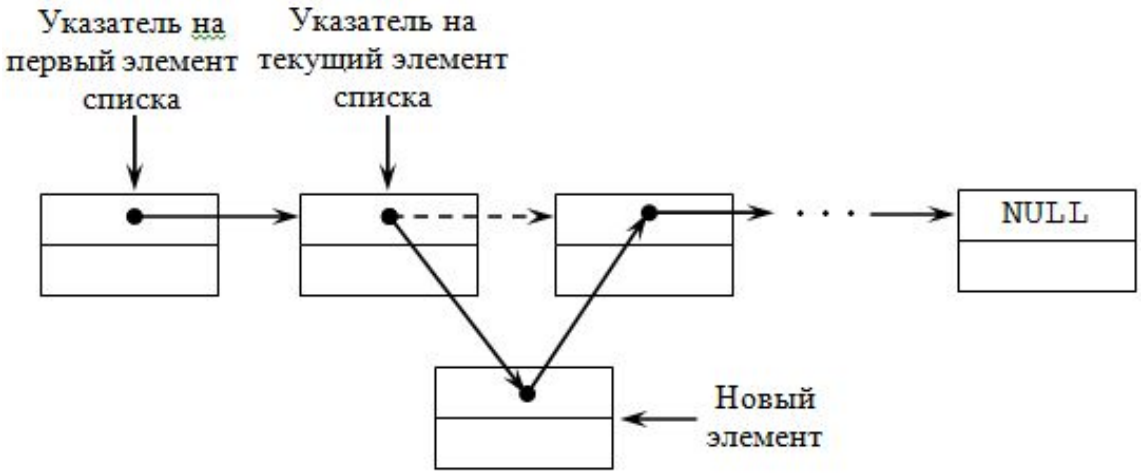
```
int data;
list * plist;

list* push(list* ,int);
int   pop (list*);
```

Однонаправленный список. Добавление узла

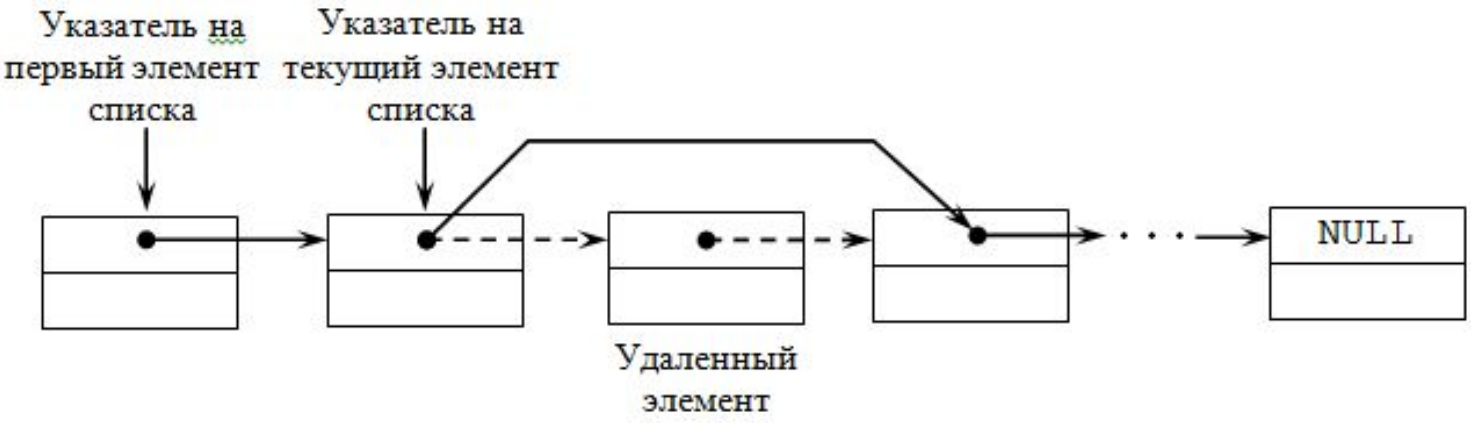
- Для добавления узлов достаточно изменить значения адресных полей.
- Вставка первого и последующих элементов списка отличаются друг от друга.

Поэтому в функции, реализующей данную операцию, сначала осуществляется проверка, на какое место вставляется элемент.



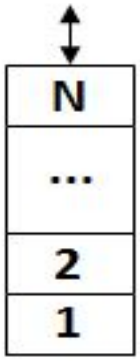
Однонаправленный список. Удаление узла

После удаления указатель текущего элемента устанавливается на предшествующий элемент списка или на новое начало списка, если удаляется первый.
Алгоритмы удаления первого и последующих элементов списка отличаются друг от друга.



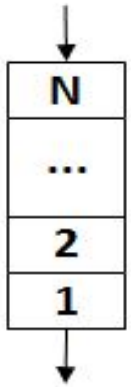
Стек и очередь

- **Стек** – это динамическая линейная структура данных, для которой определены всего две операции изменения набора элементов: добавление элемента в конец и удаление последнего элемента.
- Ещё говорят, что стек реализует принцип LIFO (Last in, First Out) – последним пришёл и первым ушёл.



Стек.

- **Очередь** – очень похожая не стек, динамическая структура данных, с той лишь разницей, что она реализует принцип FIFO (First in, First out) – первым пришёл и первым ушёл. В программировании с помощью очередей, например, обрабатывают события пользовательского интерфейса, обращения сервисам и прочие информационные запросы.



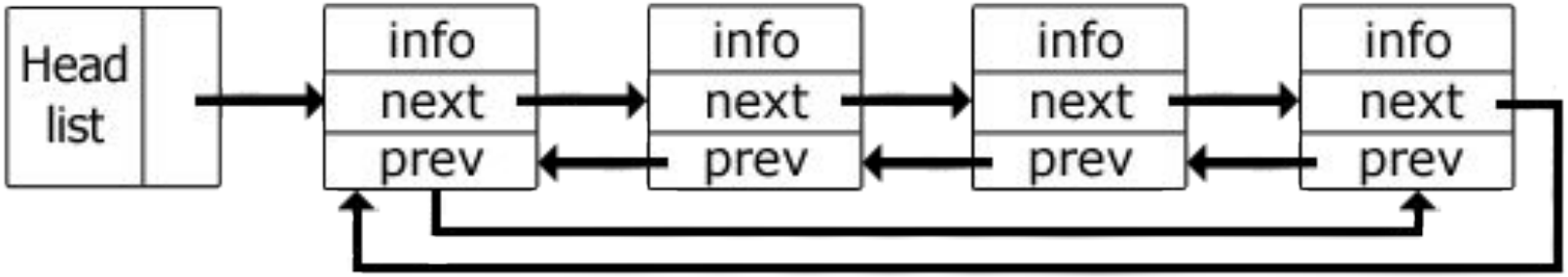
Очередь.

Кольцевой связный список

Может быть односвязным или двусвязным.

Последний элемент кольцевого списка содержит указатель на первый, а первый (в случае двусвязного списка) — на последний.

Узла с указателем на NULL не существует.



XOR-связный список

В каждом элементе хранится только один адрес — результат выполнения операции XOR над адресами предыдущего и следующего элементов списка.

Для того, чтобы перемещаться по списку, необходимо взять два последовательных адреса и выполнить над ними операцию XOR, которая и даст реальный адрес следующего элемента.

Пример

Пусть даны указатели `First` **и** `Second`**.**

`First` **указывает на узел № 2,** `Second` **– на узел 3.**

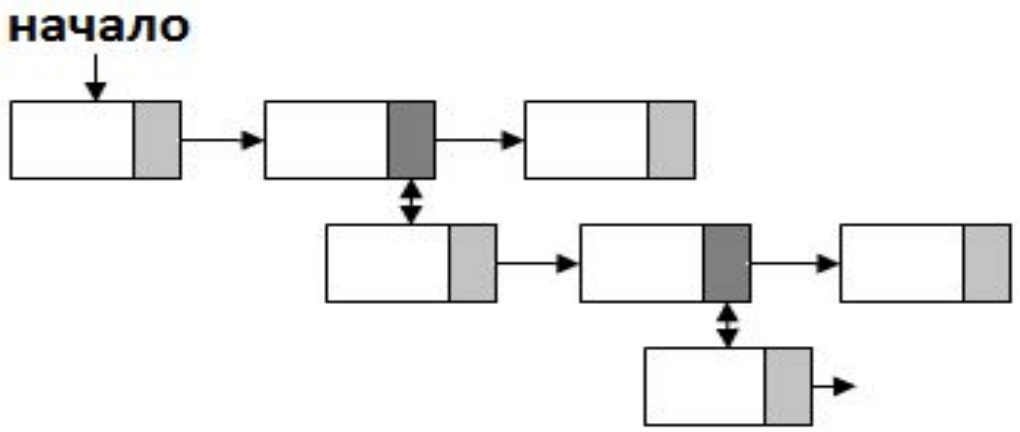
`First->P = XOR` **от адресов узлов № 1 и 3,**

`Second->P = XOR` **от адресов узлов № 2 и 4.**

```
XOR (First->P, Second) = адрес узла 1
XOR (Second->P, First) = адрес узла 4
```

Иерархический список

- Каждый элемент списка может быть также началом списка следующего подуровня иерархии.
- Пример иерархического списка – структура интернет форумов: последовательность сообщений образует линейный список, в то время как сообщения, являющиеся ответами на другие сообщения, порождают новые потоки обсуждения.



Иерархический список.