Лекция 12

СПИСКИ

СТРУКТУРЫ ДАННЫХ

- Значения стандартных типов данных можно группировать и создавать *структуры данных*
- Структура данных представляется одной переменной – *именем структуры данных,* а входящие в нее значения – *элементы,* выделяются тем или иным способом, специфичным для каждой такой структуры
- Наиболее простой и часто используемой структурой данных является *массив*

МАССИВЫ

- *Массив* – это набор некоторого числа однотипных данных, расположенных в последовательных ячейках памяти
- Количество элементов массива называется его *размером,* а тип элементов – *типом массива*

5	7	34	0	11	-6	19	3	11

ПРОБЛЕМЫ РАБОТЫ С МАССИВАМИ

- Первым недостатком массивов является их фиксированный размер, который устанавливается при создании массива и в дальнейшем не может быть изменен
- Частично эта проблема решается при использовании динамических массивов путем создания новых массивов большего размера

СОЗДАНИЕ МАССИВА

- Статический массив. Располагается в статической или автоматической памяти

```
using namespace std;

const  int n = 10;
int mas[n] = {5, 7, 24, -10, 9, 14, 18, -2, 2, 4};

void  sort (int[ ] a, int length)
{
    int j, x;
    for (int i = 0; i < length; i++){
       . . .
    }
}
```

СОЗДАНИЕ МАССИВА

- Динамический массив. Располагается в динамической памяти

```
int *mas, n;
int _tmain (int argc, _TCHAR* argv[])
{
    . . .
    cout << "Задайте размер массива" << endl;
    cin >> n;
    mas = new int [n] {4, 7 ,9};
    . . .
    delete [ ]  mas;
    . . .
}
```

ПРОБЛЕМЫ РАБОТЫ С МАССИВАМИ

- Второй недостаток массивов связан с тем, что элементы массива занимают смежные ячейки памяти
- Это сильно усложняет выполнение операций добавления и удаления элементов в заполненной части массива

СТРУКТУРЫ

- Еще одним примером структур данных являются *структуры*

```
struct
{       char fio [30];
 int  age, code;
 double salary;
} smith;
```

  - Здесь объявлена структура с именем smith, содержащая 4 *поля*

СТРУКТУРЫ

- Структуры также, как и массивы, имеют фиксированный размер, определяемый как сумма размеров их полей
- В отличие от массивов, операции добавления и удаления элементов для структуры невозможны

СТАТИЧЕСКИЕ СТРУКТУРЫ ДАННЫХ

- В силу перечисленных особенностей массивы и структуры называют *статическими структурами данных*

ДИНАМИЧЕСКИЕ СТРУКТУРЫ ДАННЫХ

- Недостатков статических структур данных лишены структуры данных с изменяющимися во время выполнения программы составом и размерами, называемые *динамическими структурами данных*

ДИНАМИЧЕСКИЕ СТРУКТУРЫ ДАННЫХ

- Переменные, входящие в состав динамических структур, необходимо каким-либо образом связывать друг с другом
- Поэтому каждый элемент динамической структуры должен содержать один или несколько адресов связанных с ним элементов, т.е. *указателей* на эти элементы

ЛИНЕЙНЫЕ (ОДНОНАПРАВЛЕННЫЕ) СПИСКИ

- Самый простой способ соединить отдельные элементы между собой заключается в том, чтобы снабдить каждый из них только одним указателем на другой элемент
- В результате получается динамическая структура, называемая *линейным (однонаправленным) списком*

ЛИНЕЙНЫЕ СПИСКИ

- Между элементами линейного списка существует отношение *предыдущий-последующий*

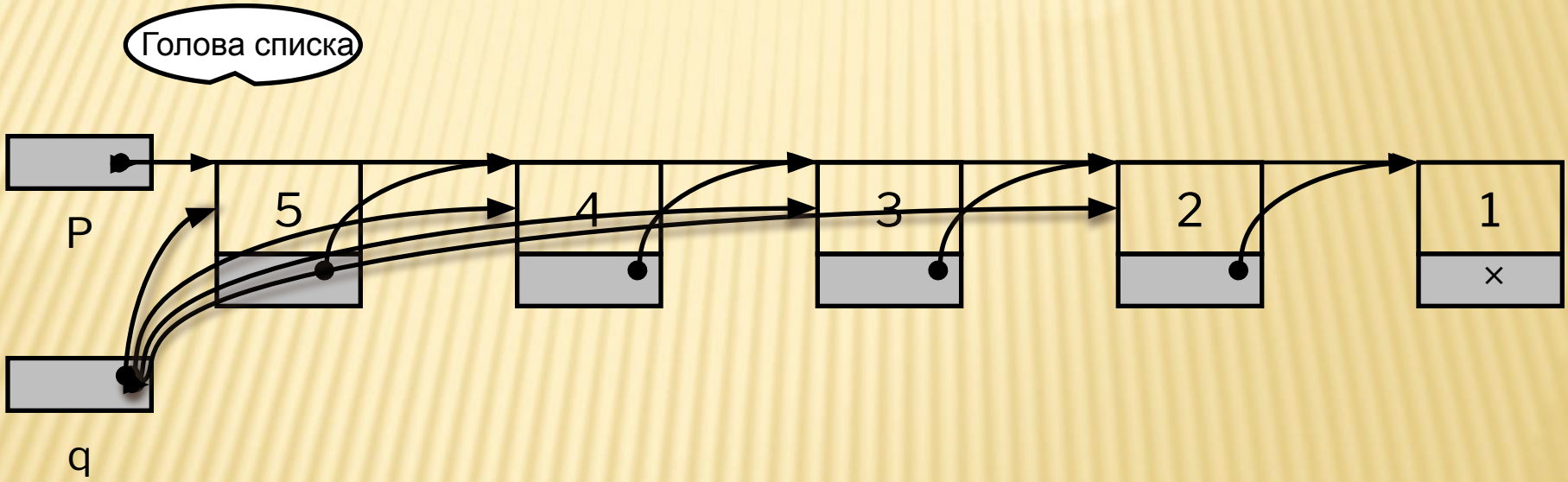
ТИП ДАННЫХ ЭЛЕМЕНТА СПИСКА

- Для элемента линейного списка можно определить следующий тип данных:

```
struct element
{    int info;        // информационное поле
     element* next;   // указатель на  следующий        };
        // элемент
```

- Для информационного поля может быть выбран любой другой тип данных, в том числе, массив или структура

ЛИНЕЙНЫЙ СПИСОК



ОПЕРАЦИИ НАД СПИСКАМИ

- Основными операциями при работе со списками являются:
  - инициализация списка
  - проверка списка на пустоту
  - добавление элемента в список
  - удаление элемента из списка
  - поиск в списке

ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ СПИСКА

- Эта операция сводится к созданию пустого списка

  p = NULL;

ПРОВЕРКА СПИСКА НА ПУСТОТУ

- Проверка на пустоту заключается в вычислении значения выражения

  p == NULL,

  которое имеет значение TRUE в случае, если список пуст, и FALSE в противном случае

ДОБАВЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТА В ПУСТОЙ СПИСОК

- Операция сводится к созданию нового элемента с помощью указателя на голову списка

```
p= new elem;
p->next = NULL;
x = rand() % 100;
p->info = x;
```

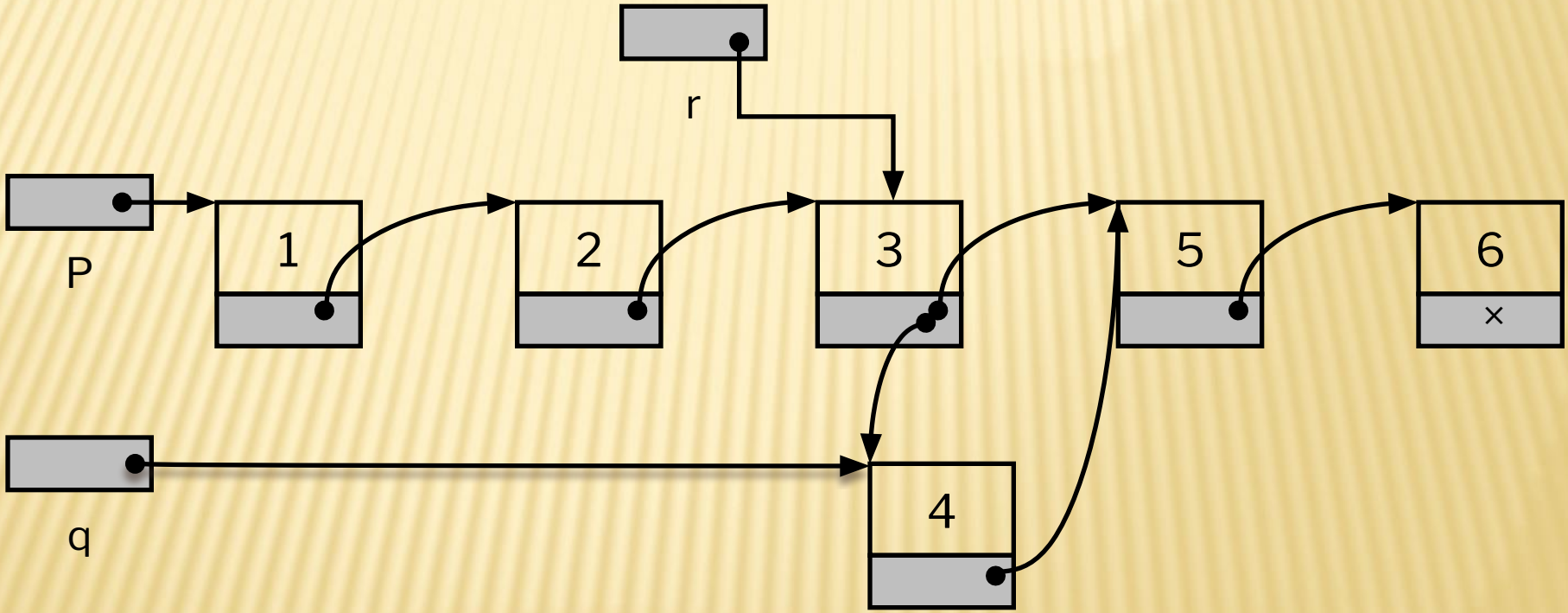
ДОБАВЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТА В НЕПУСТОЙ СПИСОК

- Предполагается, что предварительно в списке тем или иным способом выделен некоторый элемент
- Далее, возможны две ситуации:
  - новый элемент нужно вставить *перед* выделенным;
  - новый элемент нужно вставить *после* выделенного
- Рассмотрим каждую из ним в отдельности

ДОБАВЛЕНИЕ ПОСЛЕ ВЫДЕЛЕННОГО

- Для этого необходимо выполнить следующие действия:
  1. определить рабочую переменную-указатель
  2. создать новый элемент с помощью рабочего указателя
  3. связать новый элемент со следующим за выделенным
  4. связать выделенный элемент с новым

ДОБАВЛЕНИЕ ПОСЛЕ ВЫДЕЛЕННОГО



ДОБАВЛЕНИЕ ПОСЛЕ ВЫДЕЛЕННОГО

```
q= new elem;          // создать новый элемент
q->next = r->next;    // связать его со следующим за
                      // выделенным
r->next = q;          // связать выделенный элемент с
                      // новым
x = rand() % 100;
q->info = x;
q = NULL;
```

ДОБАВЛЕНИЕ ПЕРЕД ВЫДЕЛЕННЫМ

- В этом случае задача сводится к предыдущей, а именно, нужно:
  1. добавить новый элемент после выделенного,
  2. произвести обмен значениями между выделенным и новым элементами

ДОБАВЛЕНИЕ ПЕРЕД ВЫДЕЛЕННЫМ

```
q= new elem;          // создать новый элемент
q->next = r->next;    // связать его со следующим за
                      // выделенным
r->next = q;          // связать выделенный элемент с
                      // новым
x = rand() % 100;
q->info = r->info;    // обмен значениями
r->info = x;
```

Способы ввода данных в список

- Операции добавления элементов в список могут различаться способом ввода данных
- Данные могут задаваться
  - путем консольного ввода,
  - путем считывания из файла,
  - путем использования генератора случайных чисел

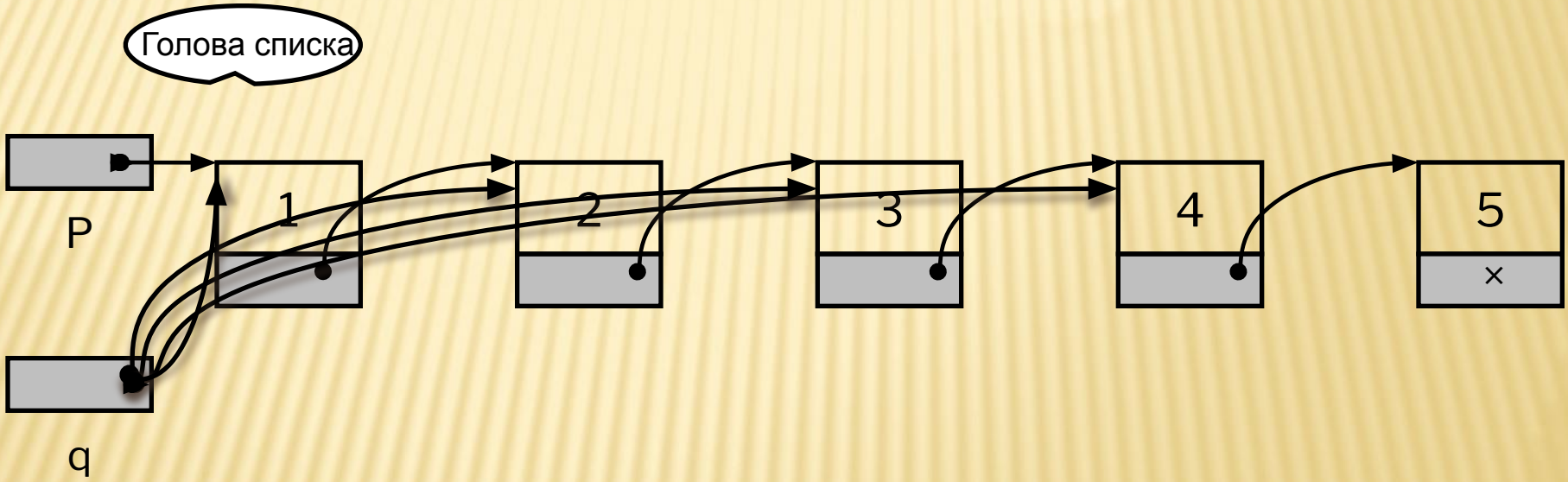
СОЗДАНИЕ СПИСКА

- Операции добавления в список позволяют создавать списки как с прямым, так и с обратным по отношению к порядку ввода следованием элементов
- Алгоритм создания списка:
  1. инициировать список
  2. повторить нужное число раз операцию добавления элемента в список

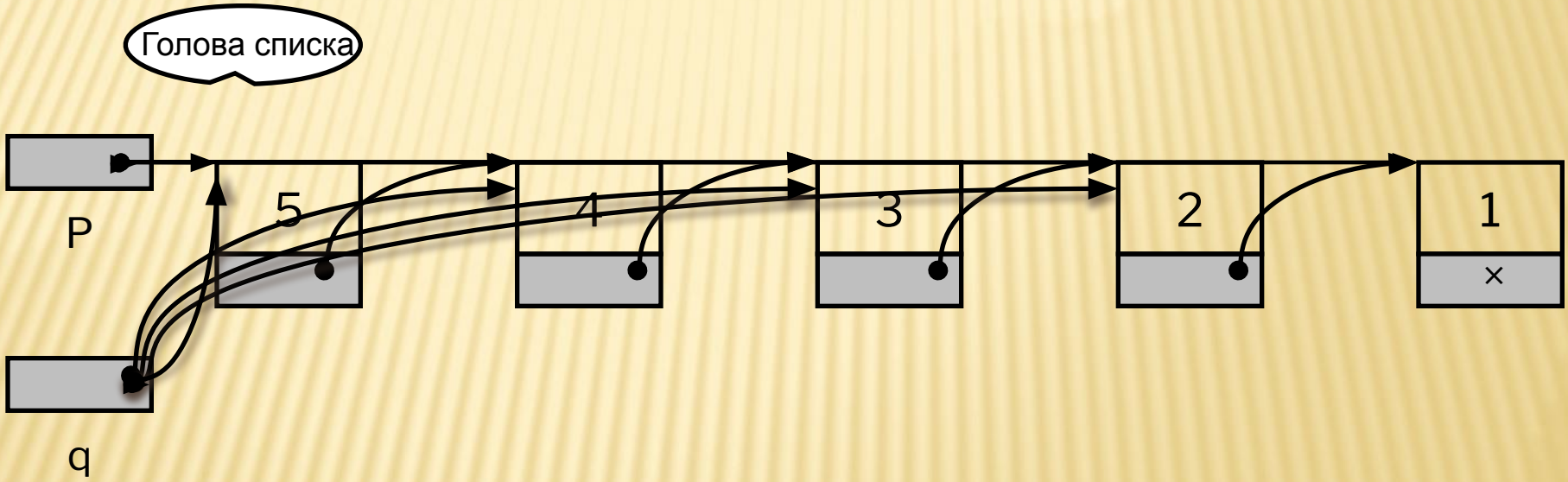
СОЗДАНИЕ СПИСКА

- В зависимости от выбора способа добавления получим прямой или инвертированный список

СОЗДАНИЕ ПРЯМОГО СПИСКА



СОЗДАНИЕ ИНВЕРТИРОВАННОГО СПИСКА



ПОИСК В СПИСКЕ

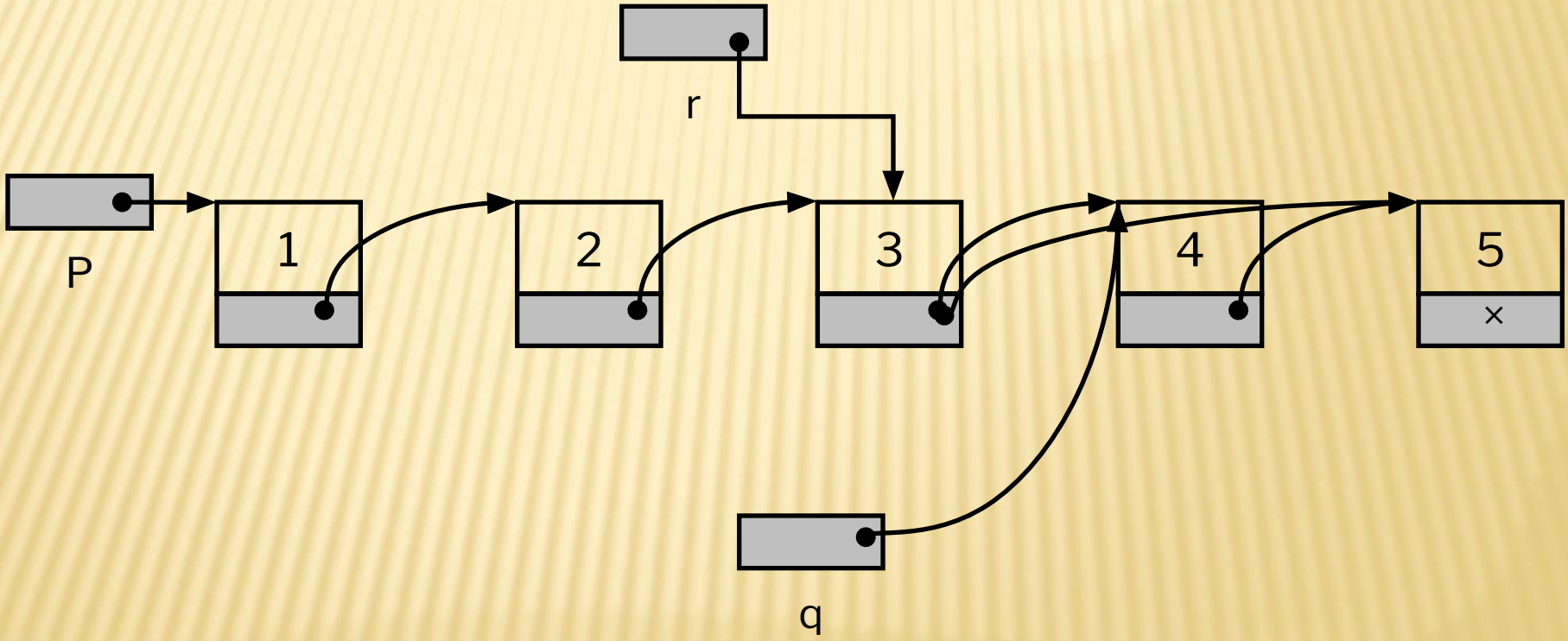
```
q = p;       //поиск заданного значения x
while (q->next != NULL && q->info!=x)
    q = q->next;
if (q->info==x)
    cout << «Значение найдено»;
else
cout << «Значение не найдено»;
```

УДАЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТА ИЗ СПИСКА

- Особенность этой операции заключается в том, что удалить можно только элемент, *следующий* за выделенным
- Алгоритм удаления состоит просто в изменении значения поля указателя выделенного элемента:

```
q = r->next;
r->next = q->next;
delete *q;
```

УДАЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТА ИЗ СПИСКА



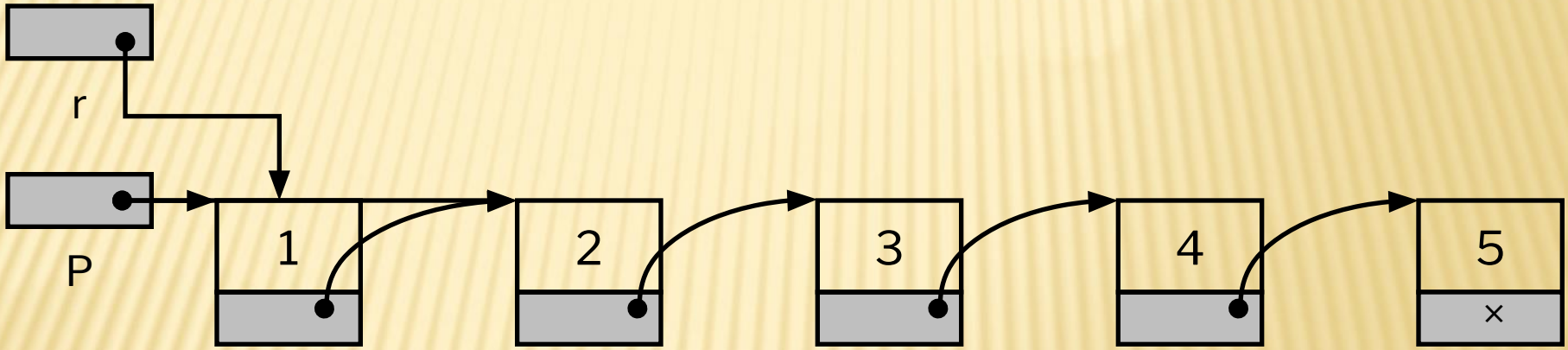
УДАЛЕНИЕ ПЕРВОГО ЭЛЕМЕНТА СПИСКА

- Особым случаем является удаление первого элемента списка, которое сводится изменению значения указателя на голову списка:

```
p = r->next;
delete *r;
```

- Разумеется, удаление элемента возможно только при условии, что список не пуст

УДАЛЕНИЕ ПЕРВОГО ЭЛЕМЕНТА СПИСКА



ДОПОЛНИТЕЛЬНО: ПРОСМОТР СПИСКА

- Операция заключается в последовательном переборе всех элементов списка от первого до последнего
- Просмотр списка может сопровождаться выводом значений информационных полей, поиском максимального значения и т.д.
- Операция реализуется простым циклом **for**

ПРИМЕР РЕАЛИЗАЦИИ СПИСКА

- Рассмотрим пример реализации линейного списка в виде динамической структуры
- Тестирование приложения

ДВУНАПРАВЛЕННЫЕ СПИСКИ

- Двунаправленные списки отличаются от однонаправленных тем, что между их элементами существуют отношения *предыдущий-последующий* и *последующий-предыдущий*

ДВУНАПРАВЛЕННЫЕ СПИСКИ

- Небольшое усложнение структуры элемента списка позволяет получить возможность просмотра его в двух направлениях: от начала к концу и от конца к началу

```
struct element
{   int info;   // информационное поле
    element* prev; // указатель на предыдущий
    element* next; // указатель на следующий
};
```

ОПЕРАЦИИ ДОБАВЛЕНИЯ И УДАЛЕНИЯ

- Реализации этих операций в двунаправленных списках имеют свои особенности благодаря возможности доступа к предыдущему и последующему элементам
- Так добавление элемента *перед* выделенным уже не требует обмена значениями и отличается от аналогичной операции добавления *после* выделенного только способом задания значений ссылок

ОПЕРАЦИИ ДОБАВЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТА

- Добавить *перед*

```
q= new elem;
q->next = r;
q->prev = r->prev;
x = rand() % 100;
q->info = x;
r->prev = q;
r->prev->next = q;
q = NULL;
```

- Добавить *после*

```
q= new elem;
q->prev = r;
q->next = r->next;
x = rand() % 100;
q->info = x;
r->next = q;
r->next->prev = q;
q = NULL;
```

ДОБАВЛЕНИЕ НА КРАЯХ СПИСКА

- Добавить *первый*

```
q= new elem;
q->next = p;
q->prev = NULL;
x = rand() % 100;
q->info = x;
p->prev = q;
p = q;
q = NULL;
```

- Добавить *последний*

```
q= new elem;
q->prev = r;
q->next = NULL;
x = rand() % 100;
q->info = x;
r->next = q;
q = NULL;
```

УДАЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТА

- Удалить *перед текущим*

```
q=r->prev;
r->prev = q->prev;
q->prev->next =r;
delete *q;
```

- Удалить *после текущего*

```
q=r->next;
r->next = q->next;
q->next->prev =r;
delete *q;
```

УДАЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТА

- В двунаправленном списке можно удалить и текущий элемент:

```
r->prev->next = r->next;
r->next->prev =r->prev;
delete *r;
```

КОЛЬЦЕВЫЕ СПИСКИ

- Кольцевой однонаправленный список получается из линейного «замыканием» последнего элемента на первый
- Соответственно, операция добавления в конец такого списка должна завершаться следующим присваиванием:

```
q->next = p;
```

КОЛЬЦЕВЫЕ СПИСКИ

- Для двунаправленного кольцевого списка требуется установить две ссылки:
  - первого элемента на последний,
  - последнего элемента на первый
- Ссылка первого элемента *p на созданный в конце списка элемент *q имеет вид

```
p->prev = q;
```

а последнего на первый

```
q->next = p;
```

РЕАЛИЗАЦИЯ СПИСКА

- Вышеописанная реализация списка в виде связной динамической структуры имеет ряд очевидных достоинств
- К числу этих достоинств относятся:
  - возможность создавать, удалять и регулировать размер списков во время выполнения программы;
  - относительная простота выполнения операций добавления элементов в список и их удаления из списка

РЕАЛИЗАЦИЯ СПИСКА В МАССИВЕ

- Однако список может быть реализован и с помощью массива
- Для этого необходимо создать массив с типом элемента вида:

```
struct element
{   int info;   // информационное поле
    int next;       // указатель на следующий элемент
};
```

РЕАЛИЗАЦИЯ СПИСКА В МАССИВЕ

- В этом случае поле ссылки имеет значение индекса следующего элемента
- Для обозначения «свободных» элементов массива можно использовать особые значения поля ссылки, например, равные -2
- Операции добавления новых элементов требуют в этих случаях предварительного поиска в массиве свободных мест

РЕАЛИЗАЦИЯ СПИСКА В МАССИВЕ

- При этом остается ограничение на длину списка, что позволяет реализовать списки с длиной, не превышающей объявленную длину массива
- Соответственно, появляется еще одна дополнительная операция – проверка на *переполнение* списка
- Пример реализации списка в виде массива
- Тестирование приложения

СПИСОК КАК АБСТРАКТНАЯ СТРУКТУРА ДАННЫХ

- Понятие списка вводится в информатике как *структура данных*, представляющая соответствующий *абстрактный тип данных*
- Абстра́ктным типом да́нных (АТД) называется тип данных, который определяется путем перечисления набора возможных операций над его данными

АБСТРАКТНЫЕ ТИПЫ ДАННЫХ

- В число этих операций входят операции создания и удаления элементов АТД
- Вся внутренняя структура такого типа спрятана от разработчика программного обеспечения и в этом и заключается суть абстракции

СПИСОК КАК АТД

- Конкретные реализации АТД называются структурами данных
- Абстрактный тип данных список может быть реализован при помощи массива или линейного списка
- Однако каждая реализация определяет один и тот же набор функций, который должен работать одинаково (по результату, а не по скорости) для всех реализаций

ПРИМЕР РЕАЛИЗАЦИИ АТД «СПИСОК»

- Текст приложения
- Тестирование приложения