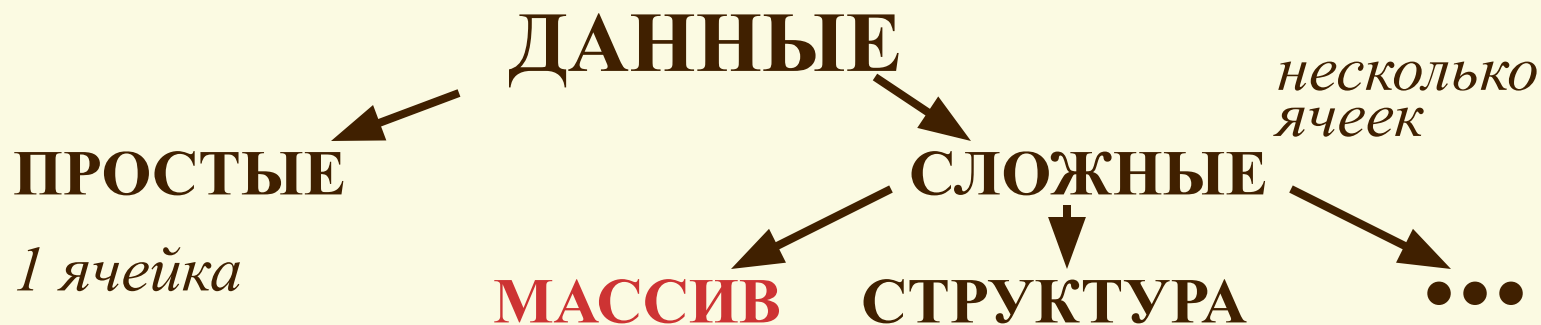
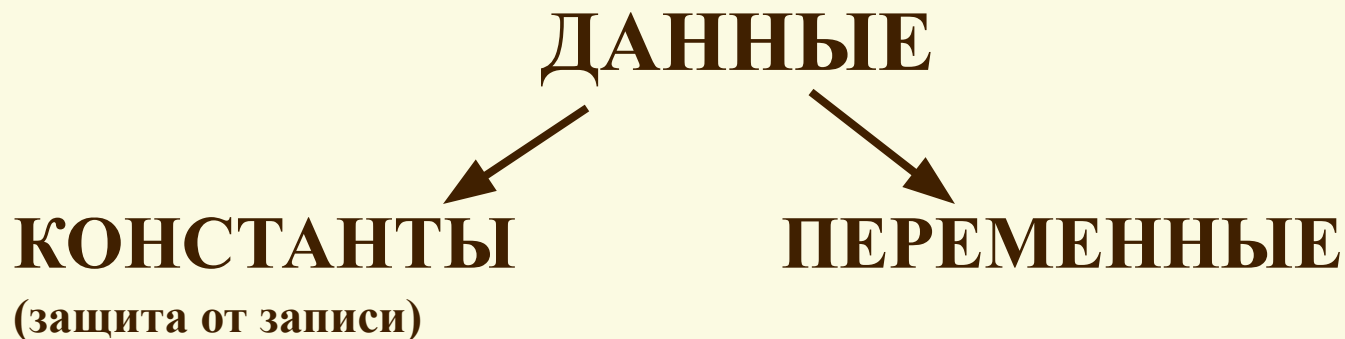


МАССИВЫ

- **Определение**
- **Описание**
- **Обращение к элементам массива**
- **Связь массивов с указателями**
- **Примеры программ**

КЛАССИФИКАЦИЯ ДАННЫХ ПО СТРУКТУРЕ



ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Массив - это сложное данное, состоящее из конечного числа упорядоченных компонент, имеющих одно имя, одинаковый тип и расположенных в последовательных ячейках памяти компьютера.

Упорядоченность компонент массива: компоненты пронумерованы.

Доступ к элементу массива - по его номерам (индексам).

Размерность массива - количество индексов у его элементов.

Размер - количество значений каждого индекса.

МАССИВЫ В ПРОГРАММЕ

ОПИСАНИЕ

СИ

*размеры - только
константы*

тип имя[размер_1]...[размер_N]

ОБРАЩЕНИЕ К
ЭЛЕМЕНТУ
МАССИВА

СИ

имя[индекс_1]...[индекс_N]

индекс_i - целое выражение, индекс_i = 0,1,...,N-1

В Си элементы массивов нумеруются, начиная с нуля.

МАССИВЫ В СИ-ПРОГРАММЕ

Примеры. `float a[20];`

`a[0], a[1], ..., a[19].`

`int b[3][5];`

`b[0][0] b[0][1] ... b[0][4]`
`b[1][0] b[1][1] ... b[1][4]`
`b[2][0] b[2][1] ... b[2][4]`

Первый индекс - номер строки, второй - столбца

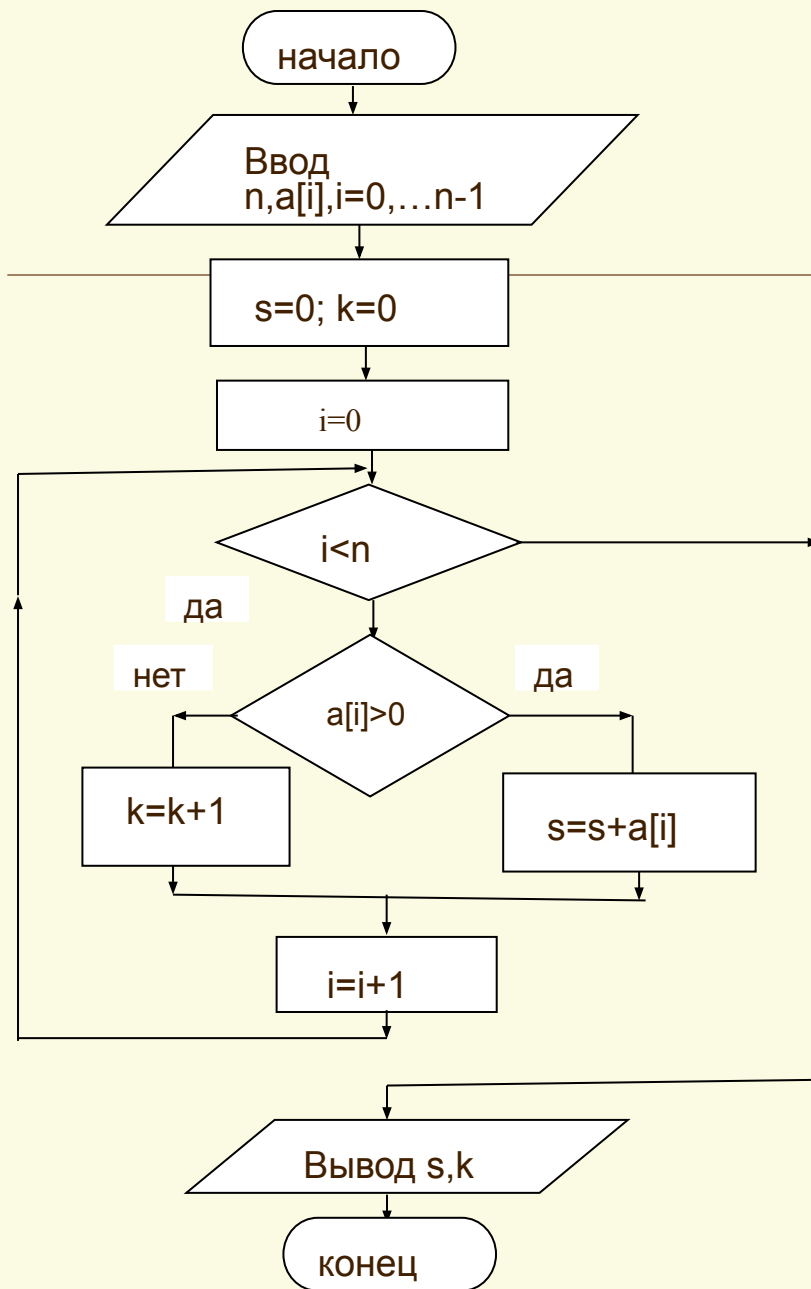
В памяти компьютера элементы массива расположены по строкам (чаще меняется последний индекс)

Примеры программ с массивами

Дан массив **a** из **n** элементов, $n \leq 20$. Вычислить сумму положительных и количество неположительных элементов массива.

Состав данных

Имя	Смысл	Тип	Структура
<i>Исходные данные</i>			
n	число элементов массива	целый	простая переменная
a	заданный массив	вещественный	одномерный массив из 20 элементов
<i>Выходные данные</i>			
s	сумма положительных элементов массива	вещественный	простая переменная
k	количество неположительных элементов	целый	простая переменная
<i>Промежуточные данные</i>			
i	счетчик элементов массива	целый	простая переменная



Блок-схема алгоритма

```

#include <iostream.h>
void main()
{float a[20],s; int k,i,n;
cout<<"Vvedite n\n";
cin>>n;
cout<<"Vvedite massiv
iz"<<n<<"elementov\n";
/* Далее цикл для поэлементного ввода
массива*/
for (i=0; i<n; i++)
cin>>a[i];
/*Далее алгоритм по блок-схеме*/
s=0; k=0;
for (i=0; i<n; i++)
if (a[i]>0)
s=s+a[i];
else
k=k+1;
cout<<" s= "<<s;
cout<<" "<<"k="<<"\n";
}
  
```

Программа

Инициализация массивов при описании в Си

Инициализация - задание начальных значений.

Одномерные массивы

```
char a[6]={'A', 'B', 'C', 'D'};
```

0	1	2	3	4	5
A	B	C	D	н/о	н/о

если a - локальная переменная

```
char a[ ]={'A', 'B', 'C', 'D'};
```

0	1	2	3
A	B	C	D

Размер массива определяется количеством инициализирующих значений

Локальные и глобальные данные

ДАННЫЕ

```
graph TD; A[ДАННЫЕ] --> B[ЛОКАЛЬНЫЕ: описаны в функции (в том числе в main); по умолчанию не инициализируются.]; A --> C[ГЛОБАЛЬНЫЕ: описаны вне функций; при описании обнуляются.];
```

ЛОКАЛЬНЫЕ:
описаны в функции
(в том числе в
main); по
умолчанию не
инициализируются.

ГЛОБАЛЬНЫЕ:
описаны вне
функций; при
описании
обнуляются.

Инициализация массивов при описании в Си

Двумерные массивы

Присваивание перечисленных значений происходит по строкам (в соответствии с расположением массивов в памяти компьютера).

```
int m[2][3]={0,1,2,5,6,7}; int m[ ][3]={0,1,2,5,6,7};
```

0	1	2
5	6	7

```
int m[ ][3]={{0},{1,2}};
```

0	н/о	н/о
1	2	н/о

Инициализация массивов при описании в Си

Вывод: при объявлении массива количество его элементов должно быть задано или явным указанием константы в квадратных скобках или количеством значений при инициализации.

Исключение: массивы-аргументы функций.

Снятие ограничения: динамические массивы

Указатели в Си

Указатель - это специальное данные, которая содержит адрес другого данного.

Основные операции для работы с указателями:

* - взятие содержимого по адресу (*i - содержимое переменной с адресом i)

& - взятие адреса (&a - адрес переменной a).

Описание имеет вид:

*тип *имя_указателя;*

При описании указателя задается тип значения, на которое он указывает.

Примеры описаний: int *i, j, *pointj;
int v1, *pointv1=&v1, *p=(int*)200;

- `int i=1, num=40;`

`ptr=&i;`

`ptr=#`

`ptr=#`

`val=*ptr;`

`val=num;`

нельзя: `p=&(c+2);`

`p=&'A';`

Указатели в Си

УКАЗАТЕЛИ



```
graph TD; A[УКАЗАТЕЛИ] --> B[ПЕРЕМЕННЫЕ]; A --> C[КОНСТАНТЫ:];
```

ПЕРЕМЕННЫЕ

КОНСТАНТЫ:

- адреса переменных (или именованных констант);
- имена массивов;
- явные константы (например, (int*)200);
- константа NULL (нулевой или несуществующий адрес).

Указатели в Си

ВНИМАНИЕ!

- нельзя брать содержимое от константы без приведения типа; запись `*200` является некорректной в отличие от `*(int*)200`;
- нельзя брать адрес явной константы (например, некорректна запись `&200`), в Си адрес явной константы считается недоступным;
- нельзя определять адрес выражения.

Указатели в Си

Размер памяти, отводимой под указатель, зависит:

- от разрядности адресной шины;
- от модели памяти.

Указатели в Си

Операции над указателями:

*

сравнения (<, <=, >, >=, ==, !=) - с указателями такого же типа или с NULL;

присваивания - значений указателей того же типа или NULL;

арифметические операции сложения, вычитания (с константой)

инкремента и декремента

Указатели в Си

Результат арифметической операции над указателями зависит не только от значения операндов, но и от типа, с которым связан указатель.

$p=p+k$, \Leftrightarrow p увеличивается на $k*\text{sizeof}(\text{тип})$

Пример. `int *p; long int *pp;...//MS DOS`
`p++;` /* p увеличилось на 2*/
`pp++;` /* pp увеличилось на 4*/

Связь массивов с указателями в Си

Одномерные массивы

Имя одномерного массива является *указателем-константой*, равной адресу начала массива, т. е. адресу элемента с индексом 0 (первого элемента).

```
int a[10];
```

`&a[0]` эквивалентно `a`,

`a[0]` эквивалентно `*a`,

`&a[i]` эквивалентно `a+i` ($i=0,1,\dots,9$),

`a[i]` эквивалентно `*(a+i)`.

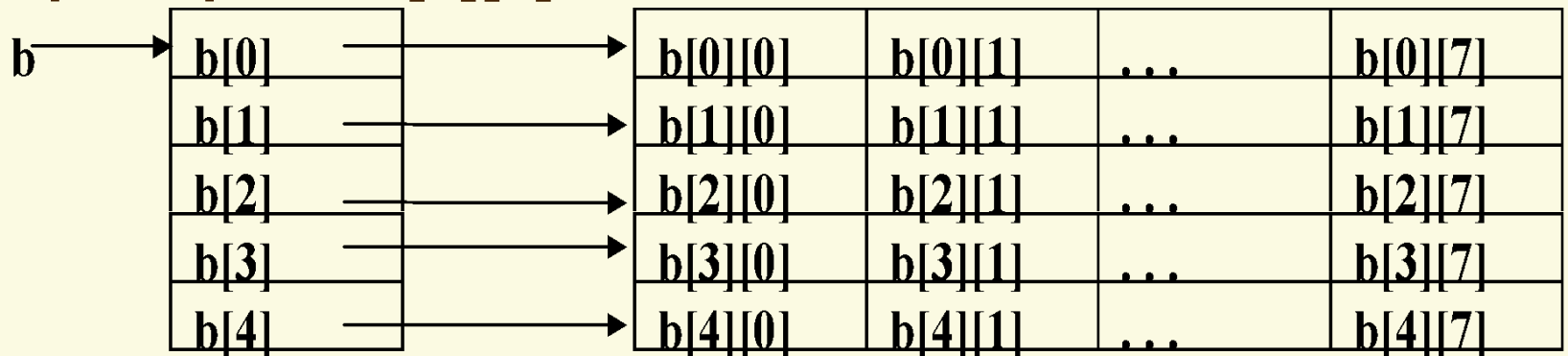


Связь массивов с указателями в Си

Двумерные массивы

Имя двумерного массива является *указателем-константой на начало* (элемент с индексом 0) массива *указателей-констант*, *i*-й элемент этого массива - указатель -константа на начало (элемент с индексом 0) *i*-й строки двумерного массива.

Пример: `int b[5][8];`



Связь массивов с указателями в Си

Двумерные массивы

$b[i][j] \Leftrightarrow *(b[i]+j) \Leftrightarrow (*(b+i)+j);$

$\&b[i][j] \Leftrightarrow b[i]+j \Leftrightarrow *(b+i)+j$

Для любого из трех обозначений элемента двумерного массива программа в кодах получается практически одинаковой по производительности, хотя при использовании арифметики указателей вместо квадратных скобок несколько более короткой.

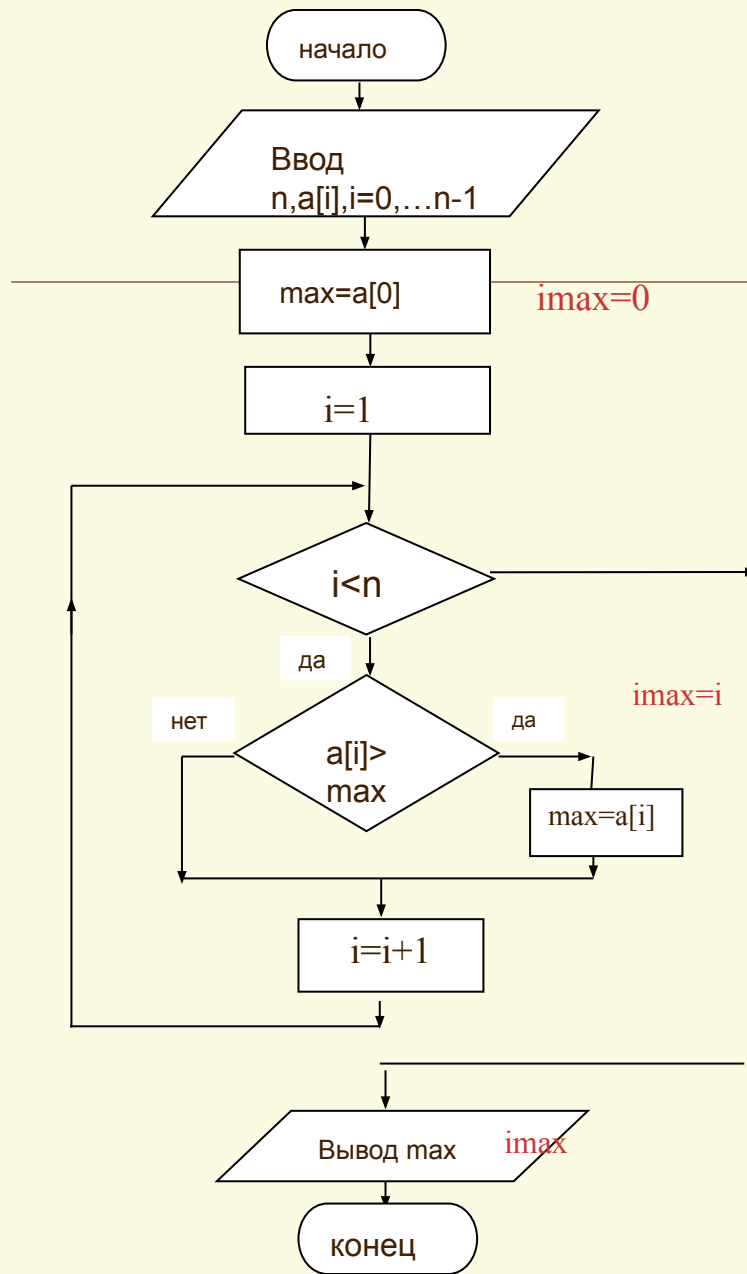
Хороший стиль программирования предполагает употребление в пределах одной программы одного (из трех) обозначений.

Примеры программ с массивами

Дан массив a из n элементов, $n \leq 20$. Найти максимальное значение элементов массива.

Состав данных

Имя	Смысл	Тип	Структура
<i>Исходные данные</i>			
n	число элементов массива	целый	простая переменная
a	заданный массив	вещественный	одномерный массив из 20 элементов
<i>Выходные данные</i>			
\max	Максимальное значение элементов массива	вещественный	простая переменная
<i>Промежуточные данные</i>			
i	счетчик элементов массива	целый	простая переменная



Блок-схема алгоритма

```

#include <iostream.h>
void main()
{float a[20],max; int i,n;
cout<<"Vvedite n\n";
cin>>n;
cout<<"Vvedite massiv iz"<<n<<"elementov\n";
/* Далее цикл для поэлементного ввода
массива*/
for (i=0; i<n; i++)
cin>>a[i];
/*Далее алгоритм по блок-схеме*/
max=a[0]; imax=0;
for (i=1; i<n; i++)
if (a[i]>max)
{max=a[i]; imax=i;
}
cout<<" max= "<<max<<"\n";
cout<<" imax= "<<imax<<"\n";
}
  
```

Программа

Сортировки: введение

Для ускорения поиска информации её необходимо отсортировать

- Файл размером N – некоторая последовательность из N элементов $r(1), r(2), \dots, r(N)$, каждый из которых называется записью.
- С каждой записью $r(i)$ связывается некоторый ключ $k(i)$.

Сортировки: терминология

N – количество элементов массива

Проход – последовательный просмотр всех элементов массива в прямом или обратном направлении

C – число необходимых сравнений элементов

M - обмен (перестановка) элементов – запись значения i -того элемента массива в k -тый, а k -того – в i -тый с промежуточным сохранением одного из значений в специальной переменной

Эффективность сортировок:

- время, затрачиваемое на программирование;
- время, затрачиваемое на собственно сортировку;
- необходимый объем памяти.

Усовершенствованные методы сортировок:

$$C \div N * \log N$$

Простые методы:

$$C \div N^2$$

Перестановки элементов – строго на «том же месте»,

т.е. вспомогательный массив **не используется**

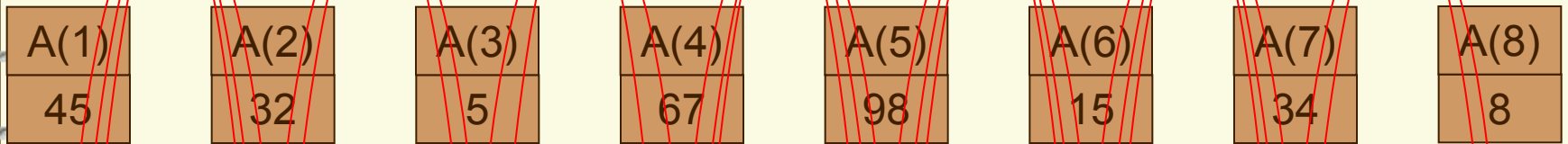


Сортировка прямого обмена

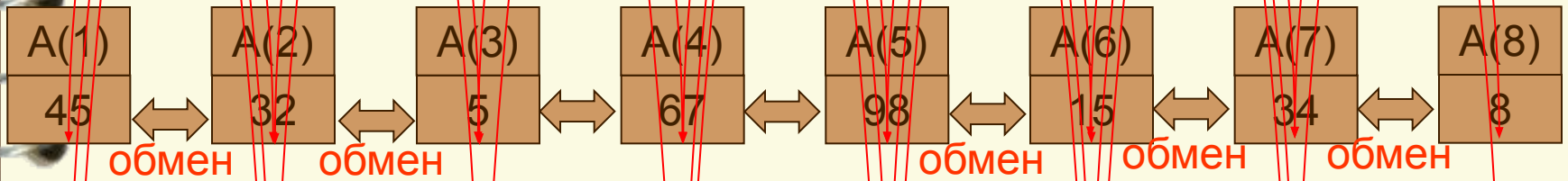
- Алгоритм: на каждом проходе сравниваются элементы $A(i)$ и $A(i+1)$ для i в интервале от 1 до $N-1$, если $A(i)$ больше $A(i+1)$, то происходит обмен.
- Число проходов $N-1$
- Число сравнений $C=n*(n-1)/2$
- Число обменов (среднее) $M=C$



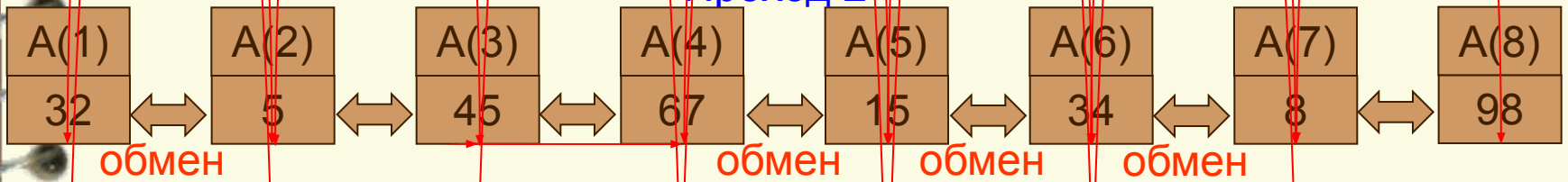
Исходный массив



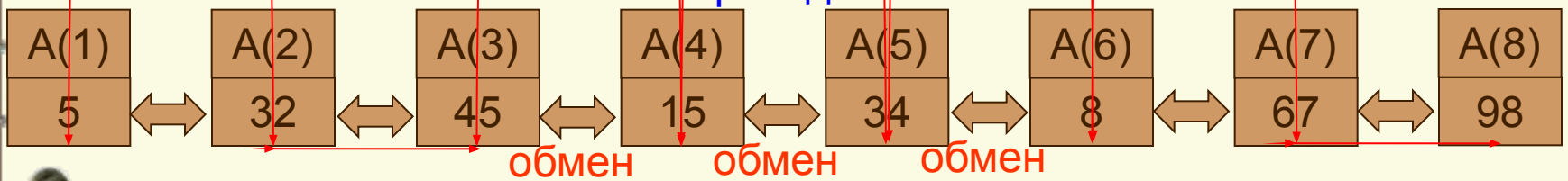
Проход 1



Проход 2

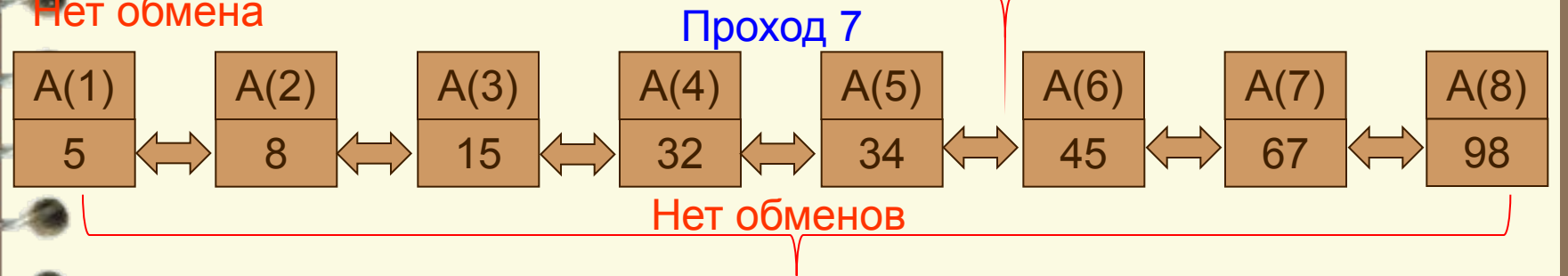
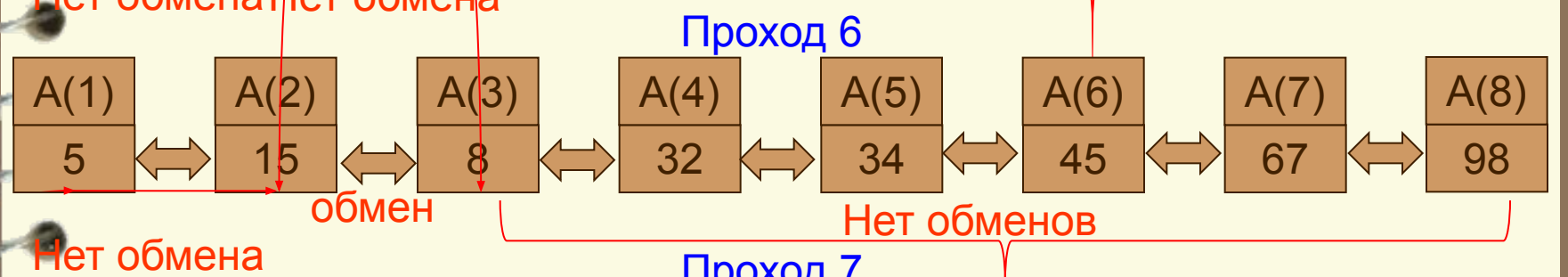
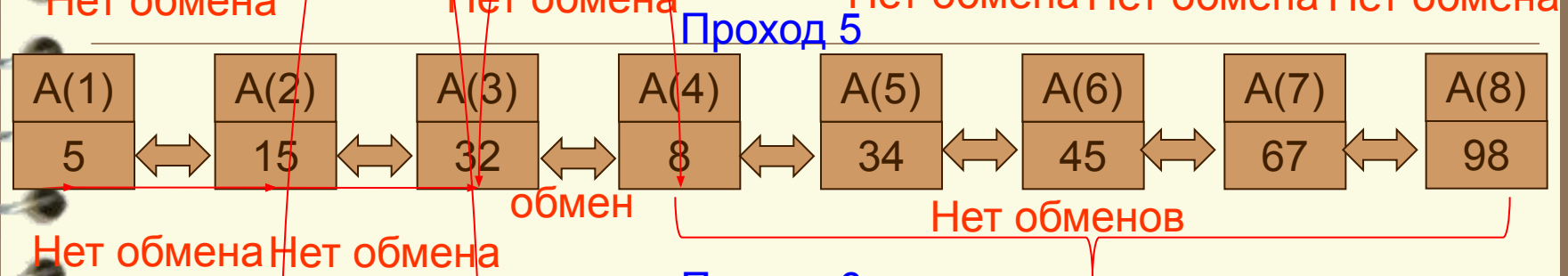


Проход 3



Нет обмена Нет обмена

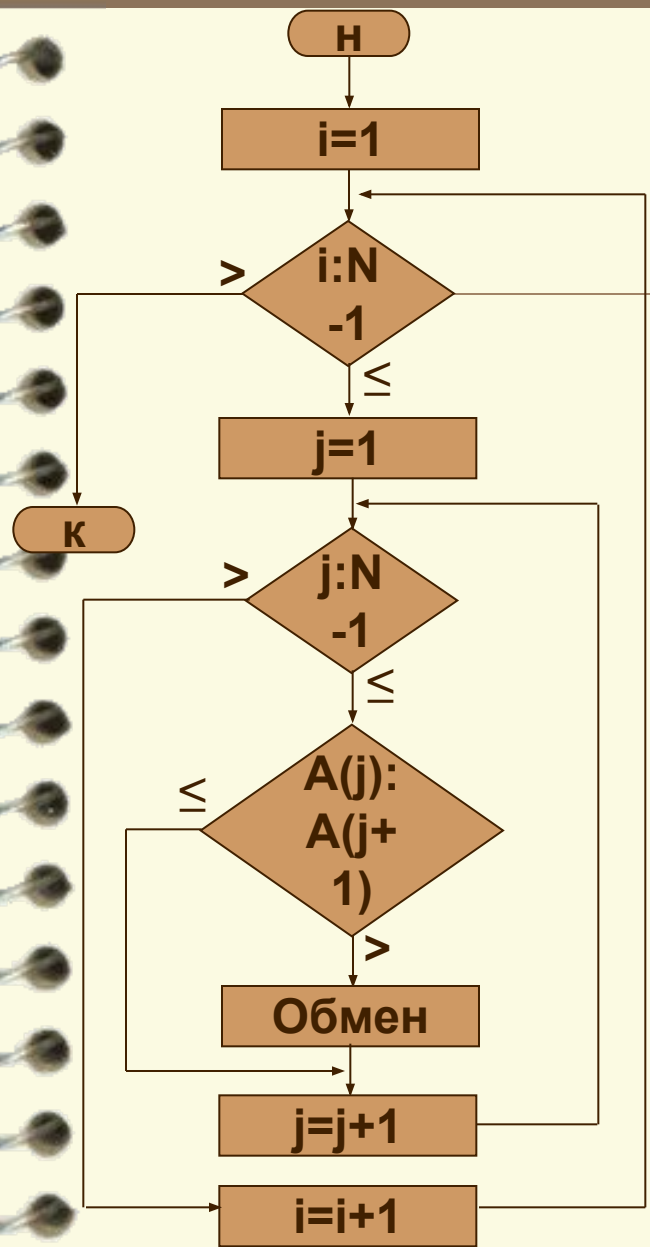
Нет обмена Нет обмена



**Число проходов – 7, число сравнений – 28, число перестановок – 16.
 Если рассматривать массив как вертикальный, то легкие элементы
 постепенно «всплывают» вверх – «пузырек».**

Блок-схема

Ввод и вывод массива не показаны



Внешний цикл реализует N-1 проход,
i – номер прохода

Внутренний цикл реализует N-1
сравнение элементов внутри
прохода

Для обеспечения устойчивости
сортировки знак «равно» должен
быть именно здесь

Напрашиваются улучшения:

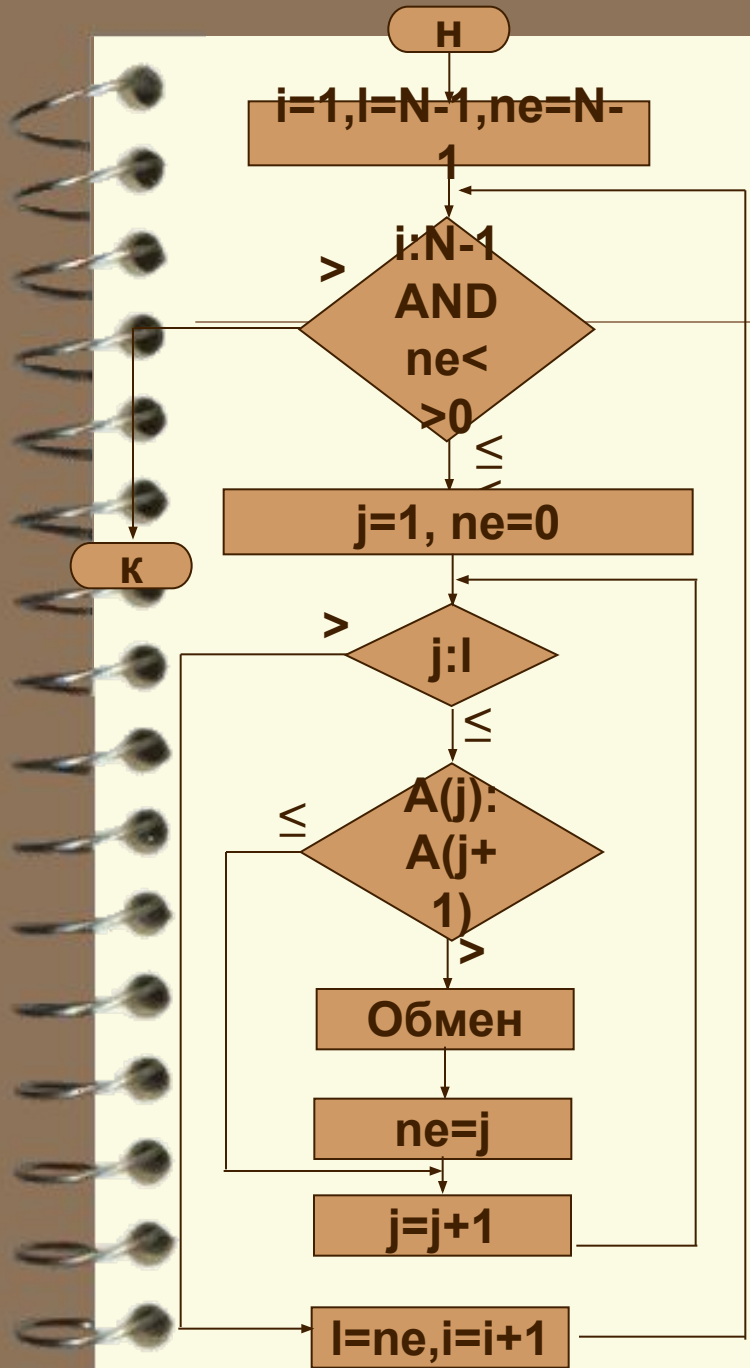
- запоминать индекс последнего обмена в проходе и следующий проход прерывать на данном индексе;
- если в текущем проходе не было обменов, сортировку можно заканчивать

Т.е., можно ввести специальную переменную `numb_exh`, в которой можно запоминать левый индекс последнего обмена. Если `numb_exh=0`, то сортировку можно заканчивать

Блок-схема

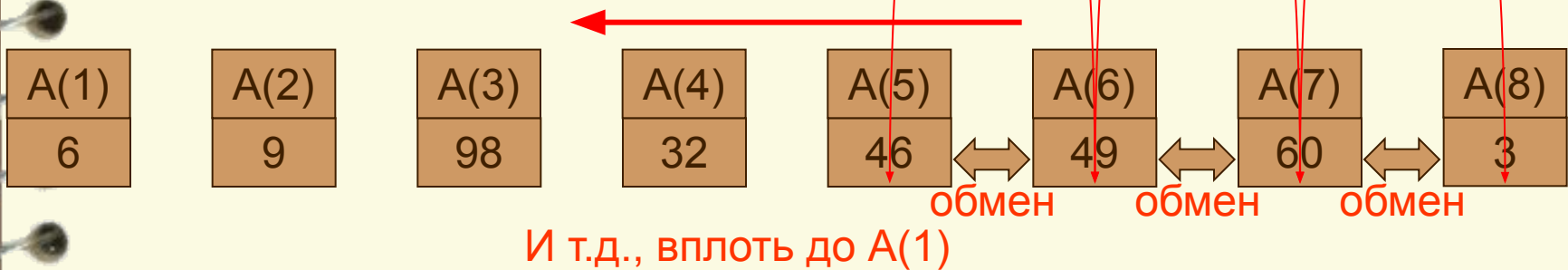
ne (numb_exc) – если в предыдущем проходе не было обменов, ne=0 и сортировка заканчивается

l (limit) – равняется индексу последнего обмена в предыдущем проходе



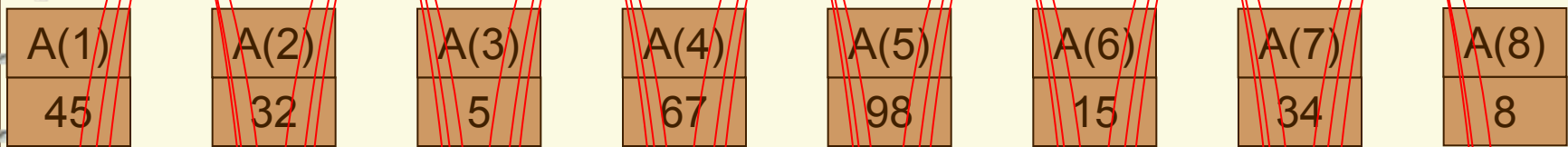
Асимметрия метода:

«легкий» элемент в конце массива в случае просмотра слева направо будет просачиваться на свое место на один шаг за каждый проход, а в случае просмотра справа налево – станет на свое место за один проход

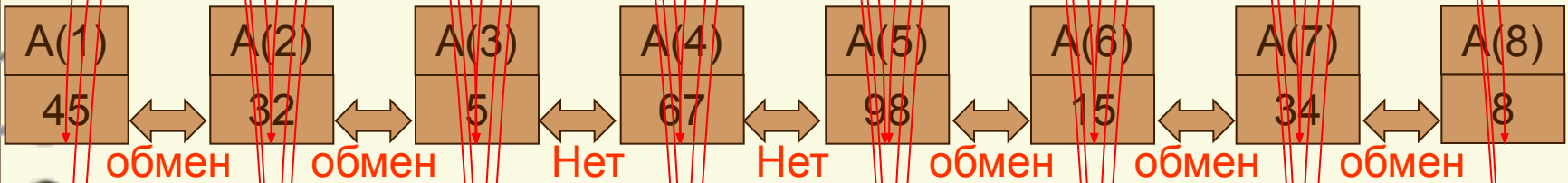


Улучшение: на каждом проходе чередовать направление просмотра – «шейкерная» сортировка

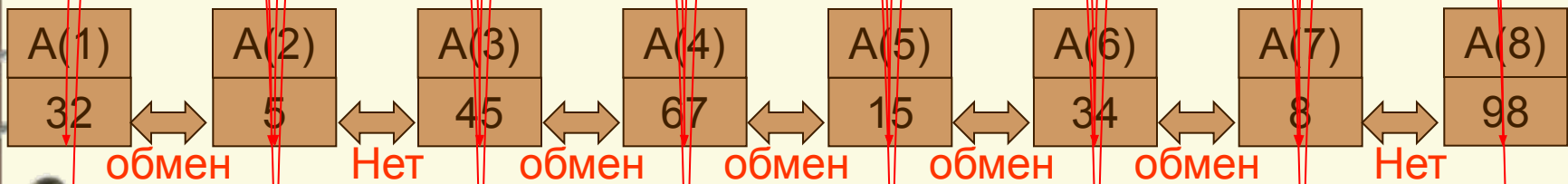
Исходный массив



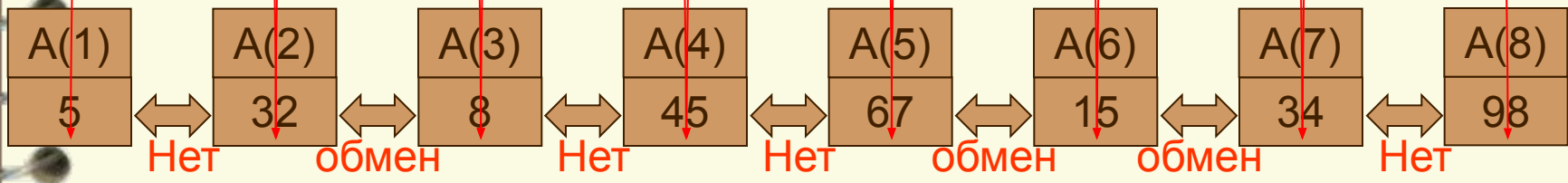
Проход 1

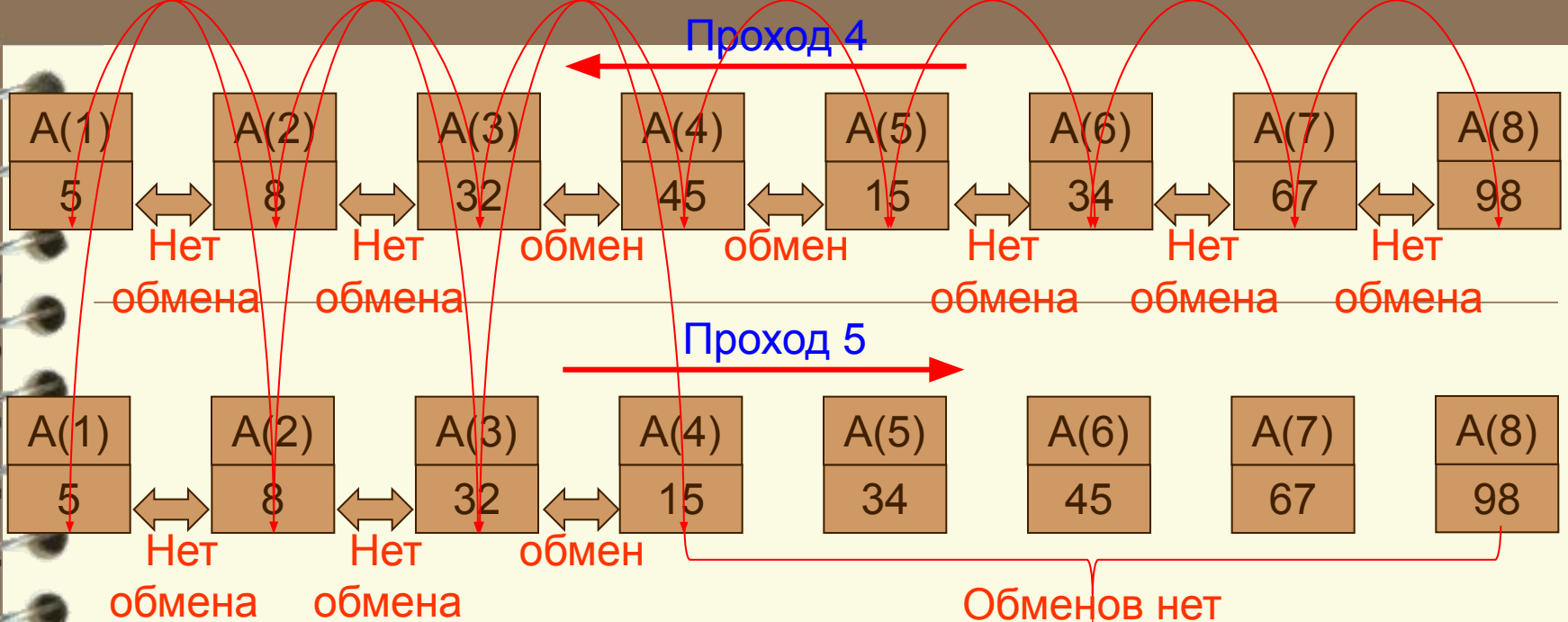


Проход 2



Проход 3





Данную сортировку целесообразно применять, когда известно, что массив уже почти упорядочен.

Большого эффекта все улучшения дать не могут, т. к. не влияют на число перестановок.

Сортировка прямым выбором

- Идея: массив делится на две части – левую, уже отсортированную и правую, исходную; на каждом проходе в исходном массиве ищется минимальный элемент и меняется местами с первым в неотсортированной части, который переходит в отсортированную часть.
- Число проходов $N-1$
- Число сравнений $C=N(N-1)/2$
- Число обменов

Исходный массив

A(1)	A(2)	A(3)	A(4)	A(5)	A(6)	A(7)	A(8)
45	32	5	67	98	15	34	8

Проход 1

A(1)	A(2)	A(3)	A(4)	A(5)	A(6)	A(7)	A(8)
45	32	5	67	98	15	34	8

обмен

Проход 2

A(1)	A(2)	A(3)	A(4)	A(5)	A(6)	A(7)	A(8)
5	32	45	67	98	15	34	8

обмен

Проход 3

A(1)	A(2)	A(3)	A(4)	A(5)	A(6)	A(7)	A(8)
5	8	45	67	98	15	34	32

обмен

Проход 4

A(1)	A(2)	A(3)	A(4)	A(5)	A(6)	A(7)	A(8)
5	8	15	67	98	45	34	32

обмен



Проход 5

A(1)	A(2)	A(3)	A(4)	A(5)	A(6)	A(7)	A(8)
5	8	15	32	98	45	34	67

обмен

Проход 6

A(1)	A(2)	A(3)	A(4)	A(5)	A(6)	A(7)	A(8)
5	8	15	32	34	45	98	67

! Нет обмена

Проход 7

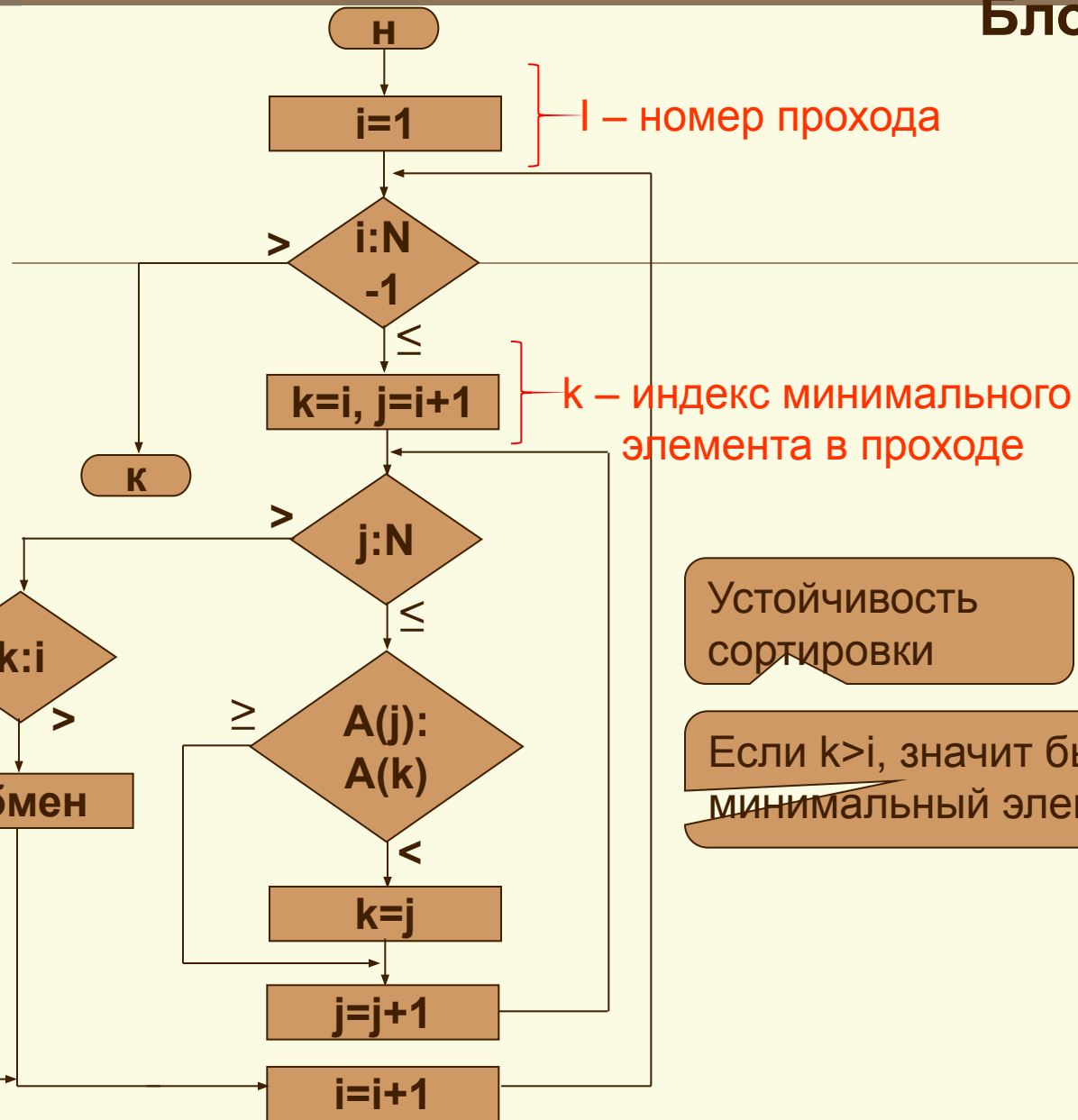
A(1)	A(2)	A(3)	A(4)	A(5)	A(6)	A(7)	A(8)
5	8	15	32	34	45	98	67

обмен

A(1)	A(2)	A(3)	A(4)	A(5)	A(6)	A(7)	A(8)
5	8	15	32	34	45	67	98

Число проходов – 7, число сравнений – 28, число перестановок - 6

Блок схема



Устойчивость
сортировки

Если $k > i$, значит был найден
минимальный элемент

Сортировка прямого включения

- Идея: массив делится на две части – левую, уже отсортированную и правую, исходную; на каждом проходе, начиная с $i=2$ и увеличивая i каждый раз на 1, из исходной последовательности извлекается i -й элемент и вставляется на нужное место в отсортированную часть массива
- Число проходов $N-1$
- Число сравнений $C=(N^2+N-2)/4$
- Число обменов $M=(N^2+9N-10)/4$

Исходный массив

A(1)	A(2)	A(3)	A(4)	A(5)	A(6)	A(7)	A(8)
45	32	5	67	98	15	34	8

Проход 1

A(1)	A(2)	A(3)	A(4)	A(5)	A(6)	A(7)	A(8)
45	32	5	67	98	15	34	8

обмен

Проход 2

A(1)	A(2)	A(3)	A(4)	A(5)	A(6)	A(7)	A(8)
32	45	5	67	98	15	34	8

обмен

обмен

Проход 3

A(1)	A(2)	A(3)	A(4)	A(5)	A(6)	A(7)	A(8)
5	32	45	67	98	15	34	8

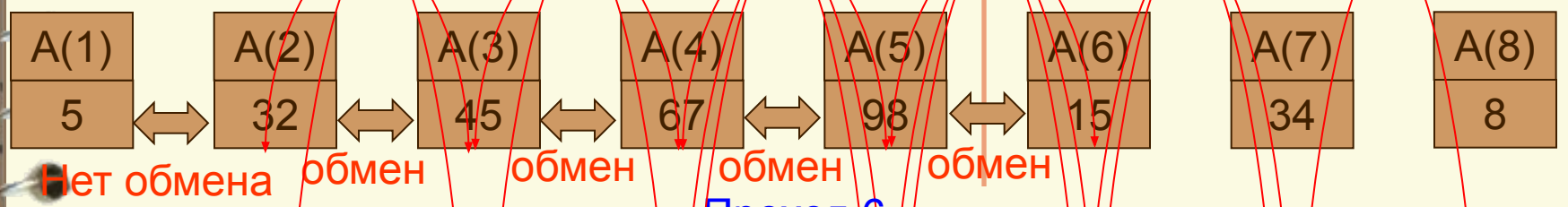
! Нет обмена

Проход 4

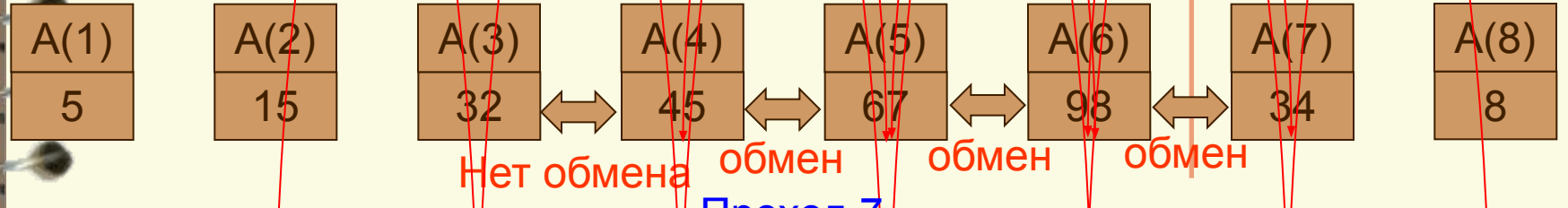
A(1)	A(2)	A(3)	A(4)	A(5)	A(6)	A(7)	A(8)
5	32	45	67	98	15	34	8

! Нет обмена

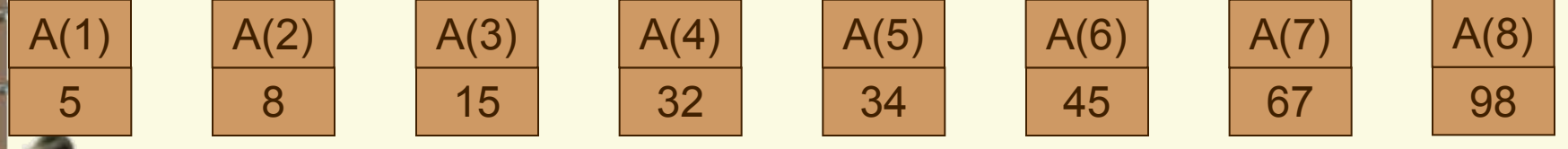
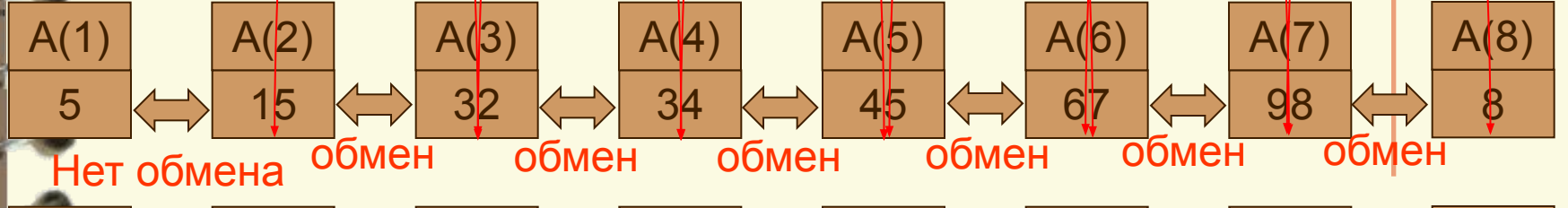
Проход 5



Проход 6



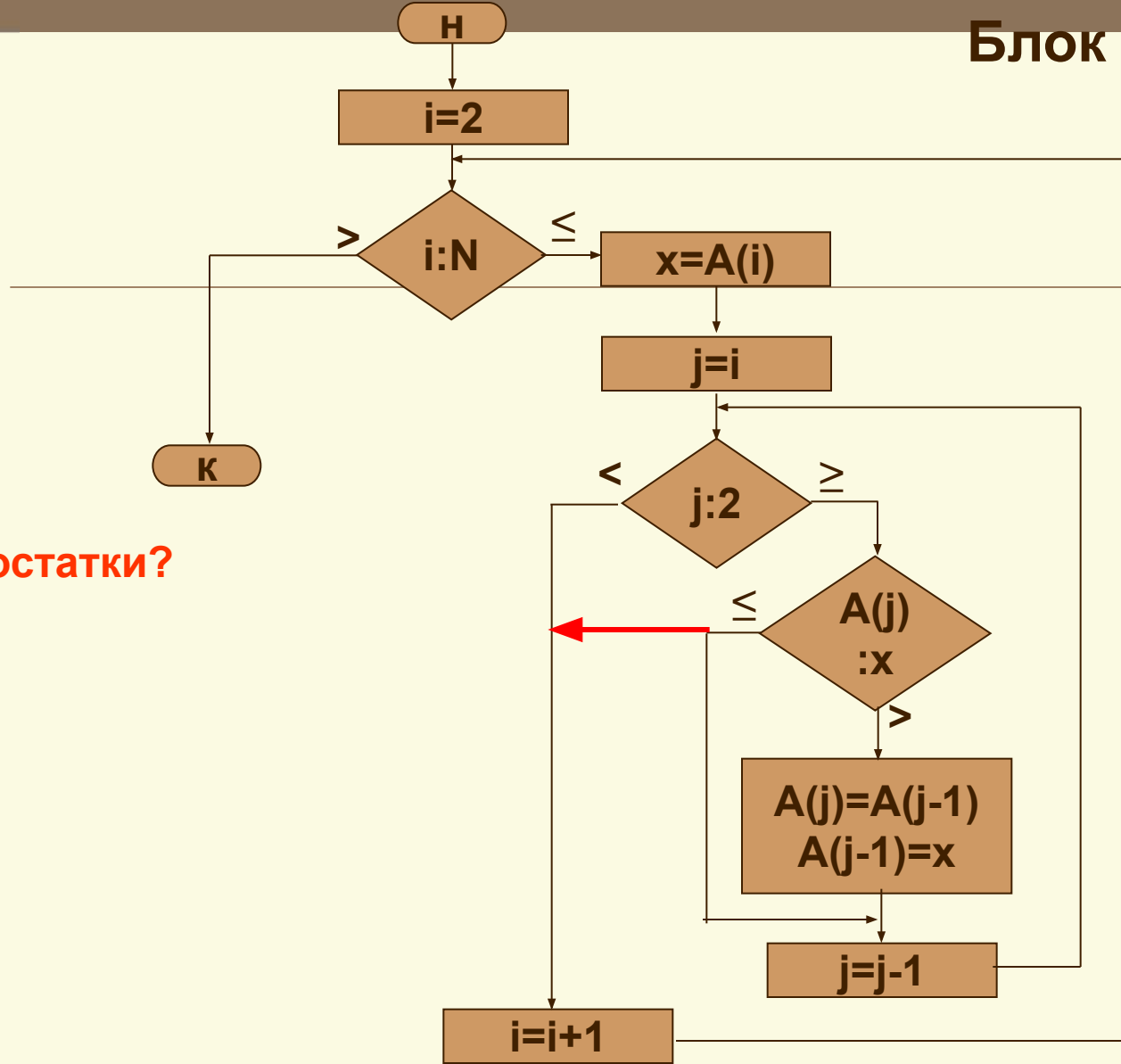
Проход 7



Число проходов – 7, число сравнений – 21, число перестановок - 16

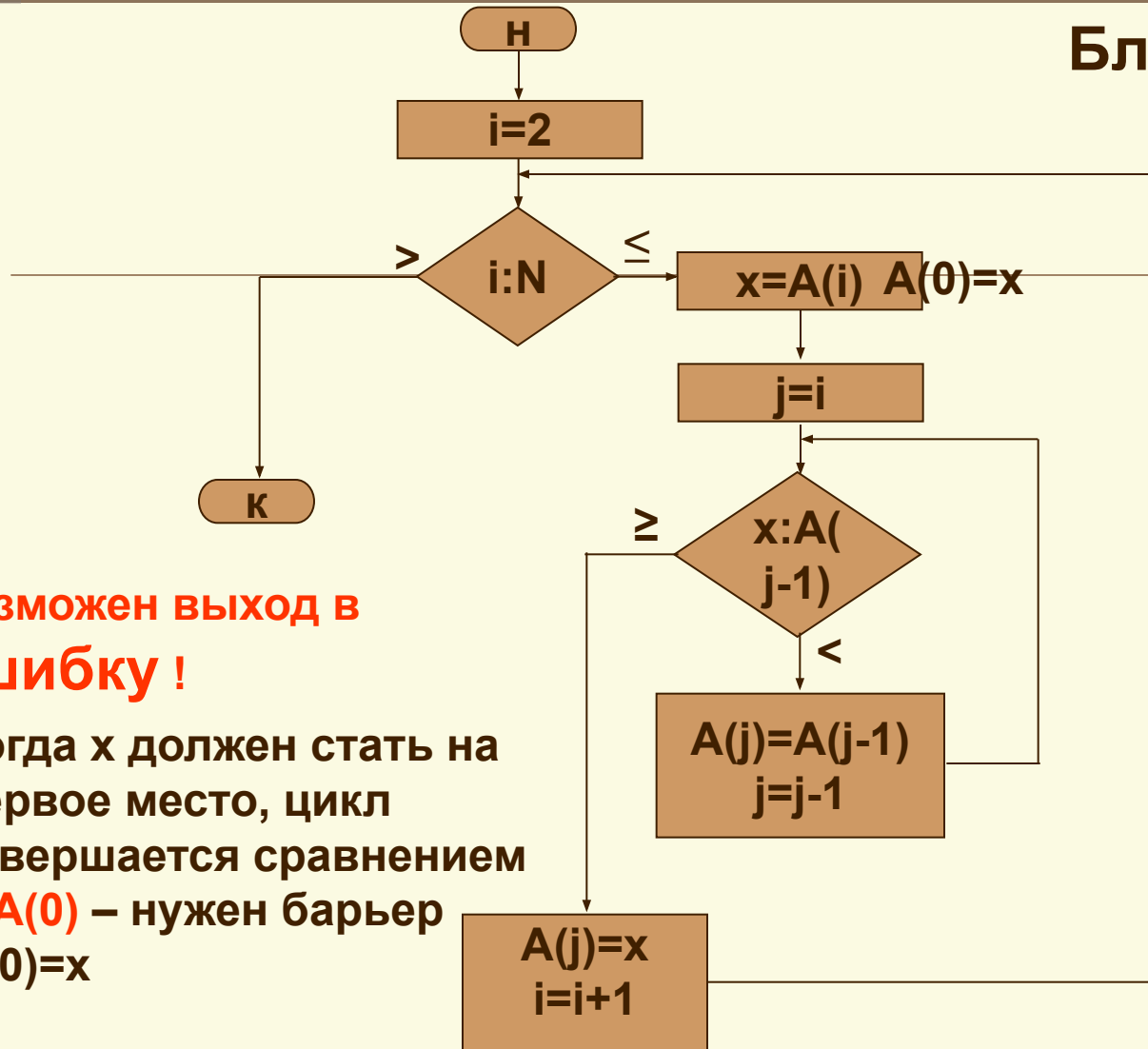
Метод плох из-за сдвижек целых групп элементов

Блок схема



Недостатки?

Блок схема № 2



Возможен выход в ошибку !

Когда x должен стать на первое место, цикл завершается сравнением $x:A(0)$ – нужен барьер $A(0)=x$