

Программирование на языке C++

...

Указатели и ссылки. Работа с памятью

Ячейки памяти

Байт - минимальный адресуемый
элемент запоминающего
устройства ЭВМ

0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1
0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1
0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0
0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0

В современных машинах минимальным адресуемым блоком информации называется байт. Обычно байт состоит из 8 бит.

Ячейки памяти

Байт - минимальный адресуемый
элемент запоминающего
устройства ЭВМ

0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1
0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1
0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0
0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0



4C	47
23	21
18	D4
2A	1E

Адрес ячейки памяти

Ячейки памяти имеют адрес (порядковый номер, число) по которому к ним могут обращаться команды процессора

Адрес	Значение
0x0000	1A
0x0001	90
0x0002	B7
0x0003	CC
....	
0xFFFFB	31
0xFFFFC	1D
0xFFFFD	AF
0xFFFFF	2C

Адрес ячейки памяти

Адрес, как и содержимое ячейки памяти обычно записывается в шестнадцатеричном виде, но это тоже самое число

Адрес		Значение	
HEX	DEC	HEX	DEC
0x0000	0	1A	26
0x0001	1	90	144
0x0002	2	B7	183
0x0003	3	CC	204
....		
0xFFFF	65532	31	49
0xFFFF	65533	1D	29
0xFFFF	65534	AF	175
0xFFFF	65535	2C	44

Диапазон адресов

Размер адреса	Мах адрес	
Байт (бит)	HEX	DEC (байт)
1 (8)	0xFF	$2^8 = 256$
2 (16)	0xFFFF	$2^{16} = 65'535$
4 (32)	0xFFFFFFFF	$2^{32} = 4'294'967'295$
6 (48)	0xFFFFFFFFFFFF	$2^{48} = 281'474'976'710'655$

Адрес ячейки памяти

Ячейки памяти имеют адрес (порядковый номер, число) по которому к ним могут обращаться команды процессора

```
#include <iostream>

int main()
{
    short value{ 42 };

    std::cout << "value = " << value << std::endl;
    std::cout << "value address = " << &value << std::endl;
}
```

```
value = 42
value address = 0x74cc3a699c2c
```

```
#include <iostream>

int main()
{
    short value{ 42 };

    std::cout << "value = " << value << std::endl;
    std::cout << "value size = " << sizeof(value) << std::endl;
    std::cout << "value address = " << &value << std::endl;
}
```

```
value = 42
value size = 2
value address = 0x74cc3a699c2c
```

Адрес	Значение
0x74cc3a699c2a	1A
0x74cc3a699c2b	90
0x74cc3a699c2c	2A
0x74cc3a699c2d	00
0x74cc3a699c2f	1A
0x74cc3a699c30	90
0x74cc3a699c31	B7
0x74cc3a699c32	CC

Указатель

Переменная, значением которой
является адрес ячейки памяти

```
#include <iostream>

int main()
{
    short value{ 42 };
    short* ptrValue = &value;

    std::cout << "value = " << value << std::endl;
    std::cout << "value address = " << ptrValue << std::endl;
}
```

```
value = 42
value address = 0x74cc3a699c2c
```

```
#include <iostream>
```

```
int main()
```

```
{
```

```
    short value{ 42 };
```

```
    short* ptrValue = &value;
```

```
    std::cout << "value = " << value << std::endl;
```

```
    std::cout << "value size = " << sizeof(value) << std::endl;
```

```
    std::cout << "value address = " << ptrValue << std::endl;
```

```
}
```

```
value = 42
```

```
value size = 2
```

```
value address = 0x74cc3a699c2c
```

short* ptrValue

Адрес

Значение

0x74cc3a699c2a

1A

0x74cc3a699c2b

90

0x74cc3a699c2c

2A

0x74cc3a699c2d

00

0x74cc3a699c2f

1A

0x74cc3a699c30

90

0x74cc3a699c31

B7

0x74cc3a699c32

CC

```
#include <iostream>
```

```
int main()
```

```
{
```

```
    int value{ 42 };
```

```
    int* ptrValue = &value;
```

```
    std::cout << "value = " << value << std::endl;
```

```
    std::cout << "value size = " << sizeof(value) << std::endl;
```

```
    std::cout << "value address = " << ptrValue << std::endl;
```

```
}
```

```
value = 42
```

```
value size = 4
```

```
value address = 0x74cc3a699c2c
```

int* ptrValue

Адрес

Значение

0x74cc3a699c2a

1A

0x74cc3a699c2b

90

0x74cc3a699c2c

2A

0x74cc3a699c2d

00

0x74cc3a699c2f

00

0x74cc3a699c30

00

0x74cc3a699c31

B7

0x74cc3a699c32

CC

Разыменование указателя

Операция получения доступа к
значению переменной, на которую
ссылается указатель

```
#include <iostream>

int main()
{
    short value{ 42 };
    short* ptrValue = &value;

    *ptrValue = 108;

    std::cout << "value address = " << ptrValue << std::endl;
    std::cout << "value = " << *ptrValue << std::endl;
}
```

```
value address = 0x74cc3a699c2c
value = 108
```

```
int main()
{
    int value{ 0 };
    int* ptrValue = &value;

    *ptrValue = 720408;

    std::cout << value;
}
```

Адрес	Значение	Значение
0x74cc3a699c2a	1A	1A
0x74cc3a699c2b	90	90
0x74cc3a699c2c	00	18
0x74cc3a699c2d	00	FE
0x74cc3a699c2f	00	0A
0x74cc3a699c30	00	00
0x74cc3a699c31	B7	B7
0x74cc3a699c32	CC	CC

Размер указателя

Не зависит от размера данных, на
которые он указывает

```
int main()
{
    bool bVal {false};
    short sVal { 42 };
    double dVal { 3.1415 };

    std::cout << "bVal size = " << sizeof(bVal) << std::endl;
    std::cout << "sVal size = " << sizeof(sVal) << std::endl;
    std::cout << "dVal size = " << sizeof(dVal) << std::endl;

    std::cout << "bVal pointer size = " << sizeof(&bVal) << std::endl;
    std::cout << "sVal pointer size = " << sizeof(&sVal) << std::endl;
    std::cout << "dVal pointer size = " << sizeof(&dVal) << std::endl;
}
```

```
bVal size = 1
sVal size = 2
dVal size = 8
bVal pointer size = 8
sVal pointer size = 8
dVal pointer size = 8
```

Размещение переменных в памяти

```
int main()
{
    bool bVal {false};
    short sVal { 42 };
    double dVal { 3.1415 };

    std::cout << "bVal pointer = " << &bVal << std::endl;
    std::cout << "sVal pointer = " << &sVal << std::endl;
    std::cout << "dVal pointer = " << &dVal << std::endl;
}
```

```
bVal pointer = 0x7c588628b9a5
sVal pointer = 0x7c588628b9a6
dVal pointer = 0x7c588628b9a8
```

```

int main()
{
    bool bVal {false};
    short sVal { 42 };
    double dVal { 3.1415 };

    std::cout << "bVal size = " << sizeof(bVal) << "\n";
    std::cout << "sVal size = " << sizeof(sVal) << "\n";
    std::cout << "dVal size = " << sizeof(dVal) << "\n";

    std::cout << "bVal pointer = " << &bVal << "\n";
    std::cout << "sVal pointer = " << &sVal << "\n";
    std::cout << "dVal pointer = " << &dVal << "\n";
}

```

```

bVal size = 1
sVal size = 2
dVal size = 8
bVal pointer = 0x7c588628b9a5
sVal pointer = 0x7c588628b9a6
dVal pointer = 0x7c588628b9a8

```

	Адрес	Значение
&bVal	0x7c588628b9a5	00
	0x7c588628b9a6	2A
&sVal	0x7c588628b9a7	00
	0x7c588628b9a8	10
&dVal	0x7c588628b9a9	4D
	0x7c588628b9aa	00
	0x7c588628b9ab	B7
	0x7c588628b9ac	CC
	0x7c588628b9ad	00
	0x7c588628b9ae	B7
	0x7c588628b9af	CC

Проверка типа

Производится на этапе компиляции
программы

```
int main()
{
    int value{ 1 };
    int* pValue = &value;

    pValue = 2;
}
```

```
In function 'int main()':
error: invalid conversion from 'int' to 'int*' [-fpermissive]
```

Адресная арифметика

```
int main()
{
    int value = 1234567;
    int *ptr = &value;

    std::cout << ptr << '\n';
    std::cout << ptr+1 << '\n';
    std::cout << ptr+2 << '\n';
}
```

```
0x7f52abad1ddc
0x7f52abad1de0
0x7f52abad1de4
```

```

int main()
{
    int value = 1234567;
    int *ptr = &value;

    std::cout << ptr << std::endl;
    std::cout << ptr+1 << std::endl;
    std::cout << ptr+2 << std::endl;

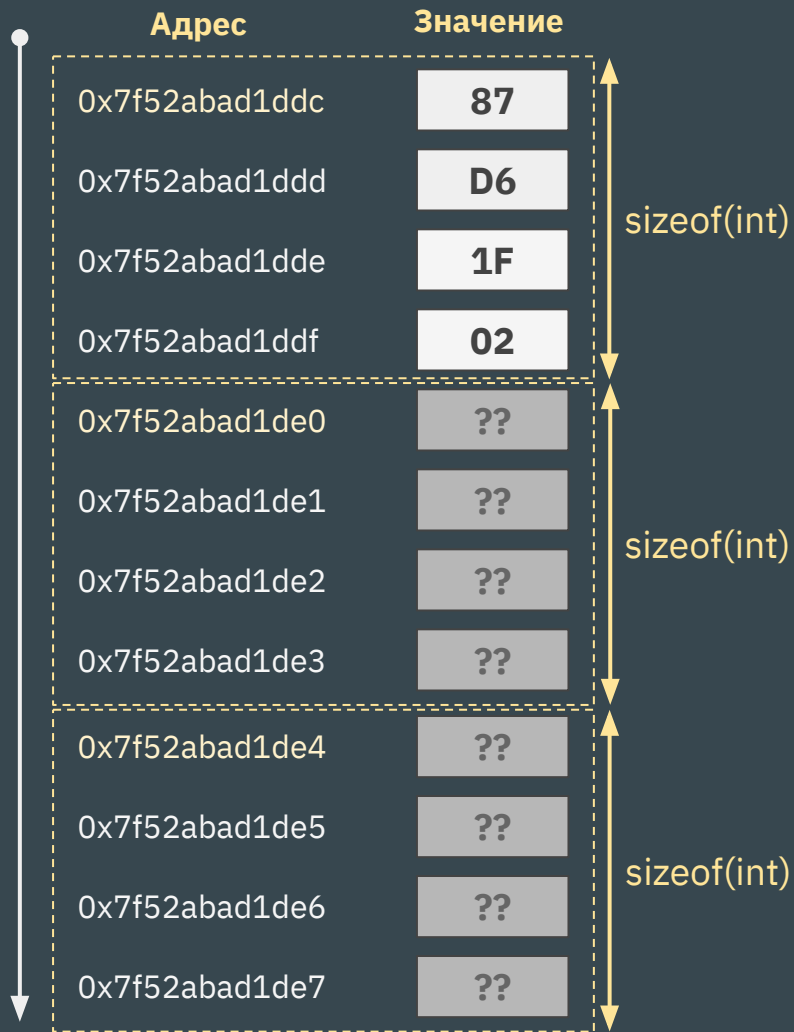
    std::cout << *ptr << std::endl;
    std::cout << *(ptr + 1) << std::endl;
}

```

```

0x7f52abad1ddc
0x7f52abad1de0
0x7f52abad1de4
1234567
-1803175099

```



```
int main()
{
    bool value = true;
    bool *ptr = &value;

    std::cout << ptr << '\n';
    std::cout << ptr+1 << '\n';
    std::cout << ptr+2 << '\n';
}
```

0x7f52abad1ddc
0x7f52abad1ded
0x7f52abad1dee

Адрес	Значение	
0x7f52abad1d04	??	
0x7f52abad1d05	??	
0x7f52abad1d06	??	
0x7f52abad1d07	01	↑↓ sizeof(bool)
0x7f52abad1d08	??	↑↓ sizeof(bool)
0x7f52abad1d09	??	↑↓ sizeof(bool)
0x7f52abad1d0a	??	
0x7f52abad1d0b	??	
0x7f52abad1d0c	??	

```
#include<iostream>

struct vector2 {
    vector2(float _x, float _y)
        : x(_x), y(_y) {}

    float x{ 0.f };
    float y{ 0.f };
};

int main() {
    vector2 vec {1.f, -0.5f};
    vector2* pVec = &vec;

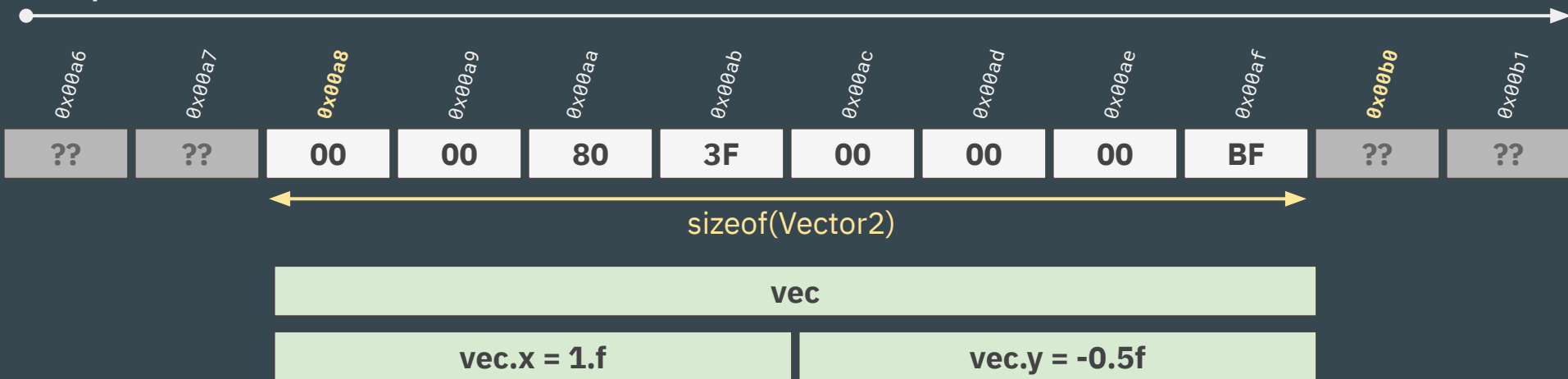
    std::cout << "Vec size:      " << sizeof(vec) << std::endl;
    std::cout << "Vec address:  " << pVec << std::endl;
    std::cout << "Next address: " << ++pVec << std::endl;
    std::cout << "Next address: " << ++pVec << std::endl;
}
```

```
Vec size:      8
Vec address:   0x7ff7b1c1c7a8
Next address: 0x7ff7b1c1c7b0
Next address: 0x7ff7b1c1c7b8
```

```
struct vector2 {  
    vector2(float _x, float _y)  
    : x(_x), y(_y) {}  
  
    float x{ 0.f };  
    float y{ 0.f };  
};  
  
vector2 vec {1.f, -0.5f};
```

Vec size: 8
Vec address: 0x00a8
Next address: 0x00b0
Next address: 0x00b8

Адреса



Работа с указателями

```
int main()
{
    short value = 25;
    short *ptr = &value;
    short *ptr2 = &value;
    short *ptr3 = ptr2;

    *ptr2 = 100;

    std::cout << value << '\n';
    std::cout << *ptr << '\n';
    std::cout << *ptr2 << '\n';
    std::cout << *ptr3 << '\n';

    ptr3 = nullptr;
}
```

short value = 25;

value:

25

short *ptr = &value;

ptr

short *ptr2 = &value;

ptr2

short *ptr3 = ptr2;

ptr3

25

*ptr2 = 100;

ptr

100

ptr2

ptr3

ptr3 = nullptr;

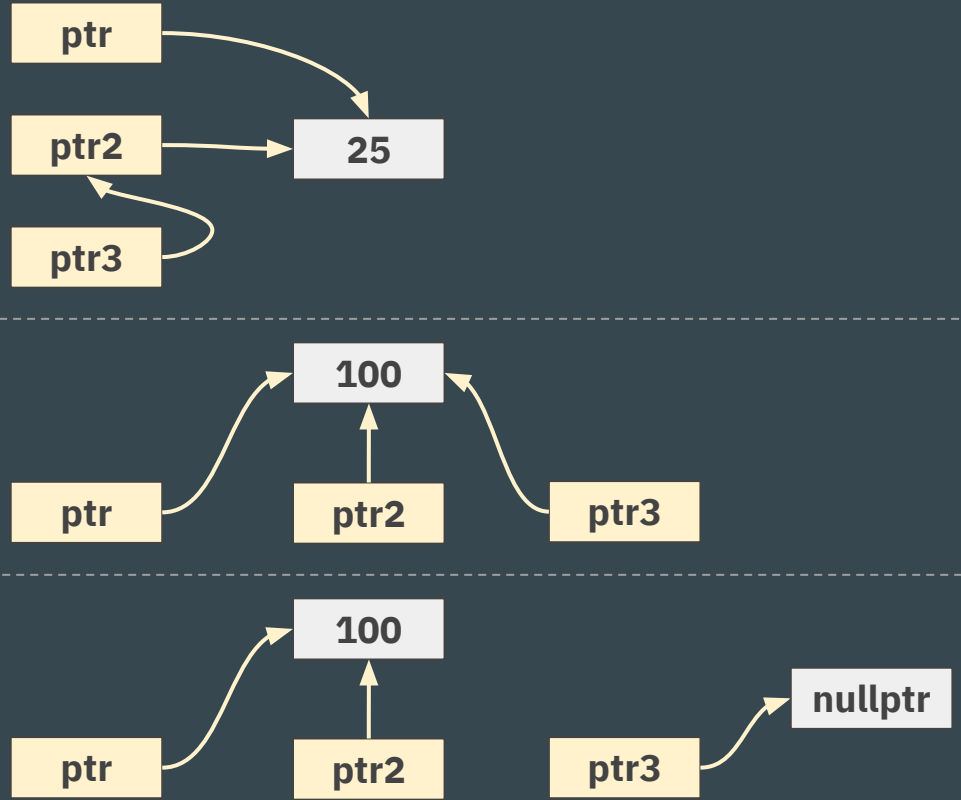
ptr

100

ptr2

ptr3

nullptr



Массивы

```
int main()
{
    int array[] = { 4, 9, 16, 25 };
    int arraySize = sizeof(array) / sizeof(array[0]);

    std::cout << "arraySize: " << arraySize << '\n';
    int* itemPtr = &array[0];
    while(itemPtr != &array[arraySize])
    {
        std::cout << "Val: " << *itemPtr << " Adr: " << itemPtr << '\n';
        ++itemPtr;
    }
}
```

```
arraySize: 4
Val: 4 Adr: 0x73d09ea40940
Val: 9 Adr: 0x73d09ea40944
Val: 16 Adr: 0x73d09ea40948
Val: 25 Adr: 0x73d09ea4095c
```

0x73d09ea40934	??	??	??	??
0x73d09ea40938	??	??	??	??
0x73d09ea4093c	??	??	??	??
&array[0] = 0x73d09ea40940	04	00	00	00
&array[1] = 0x73d09ea40944	09	00	00	00
&array[2] = 0x73d09ea40948	10	00	00	00
&array[3] = 0x73d09ea4094c	19	00	00	00
0x73d09ea40950	??	??	??	??
0x73d09ea40954	??	??	??	??
0x73d09ea40958	??	??	??	??
0x73d09ea4096c	??	??	??	??

Передача указателей в функции

```
int* GetMinItem(int* beginPtr, int* endPtr)

int main()
{
    const size_t N = 8;
    int array[N] = { 10, -20, 30, 40, 50, -60, 0, -30 };

    int* minPtr = GetMinItem(array, array + N);

    std::cout << "Min value is " << *minPtr << "\n";
    std::cout << "Position in array is " << minPtr - array << "\n";

    return 0;
}
```

```
const size_t N = 8;
```

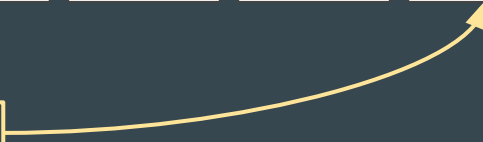
```
int array[N] = { 10, -20, 30, 40, 50, -60, 0, -30 };
```



```
int* minPtr = GetMinItem( array, array + N );
```



```
int* minPtr
```



```
int* GetMinItem(int* beginPtr, int* endPtr)
{
    if(beginPtr > endPtr) {
        return nullptr;
    }

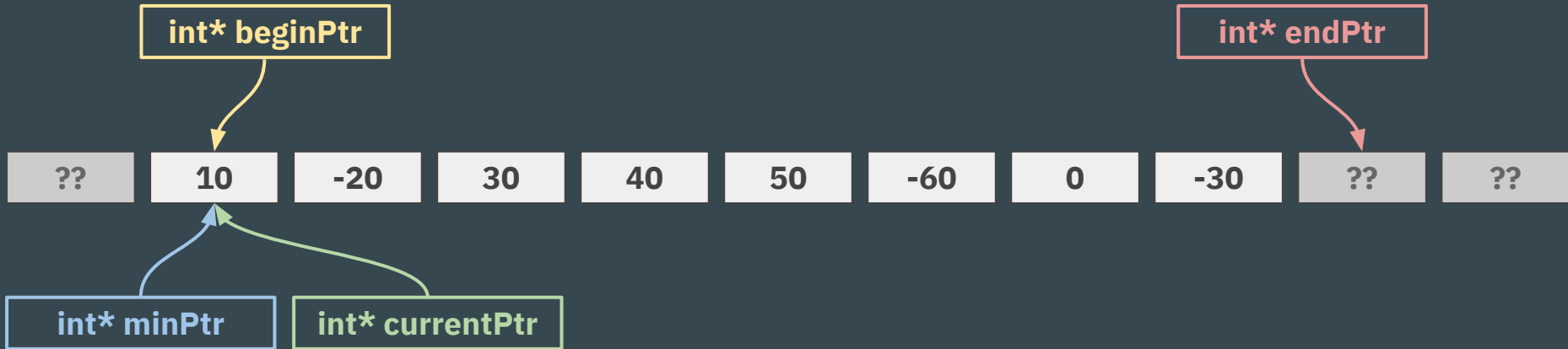
    int* currentPtr = beginPtr;
    int* minPtr = beginPtr;

    while(currentPtr++ != endPtr)
    {
        if(*currentPtr < *minPtr)
        {
            minPtr = currentPtr;
        }
    }

    return minPtr;
}
```

```
int* GetMinItem(int* beginPtr, int* endPtr)
{
    if(beginPtr > endPtr) {
        return nullptr;
    }

    int* currentPtr = beginPtr;
    int* minPtr = beginPtr;
    ...
}
```





```
while(currentPtr++ != endPtr)
{
    if(*currentPtr < *minPtr)
    {
        minPtr = currentPtr;
    }
}
```



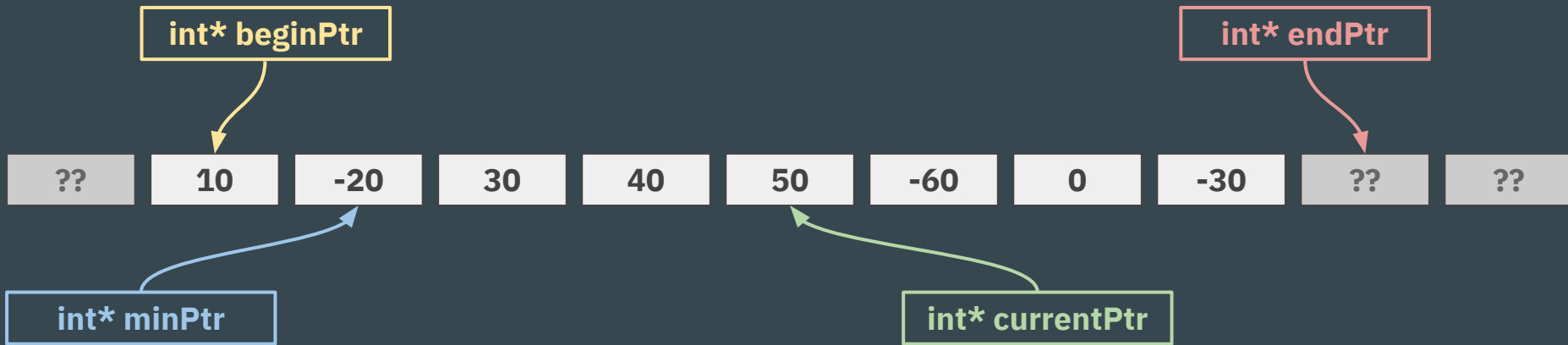
```
while(currentPtr++ != endPtr)
{
    if(*currentPtr < *minPtr)
    {
        minPtr = currentPtr;
    }
}
```



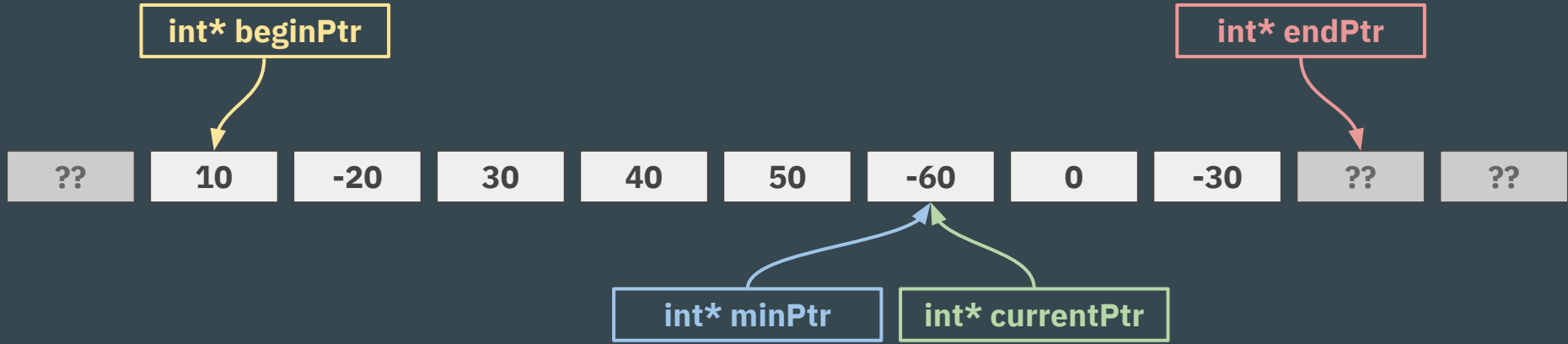

```
while(currentPtr++ != endPtr)
{
    if(*currentPtr < *minPtr)
    {
        minPtr = currentPtr;
    }
}
```



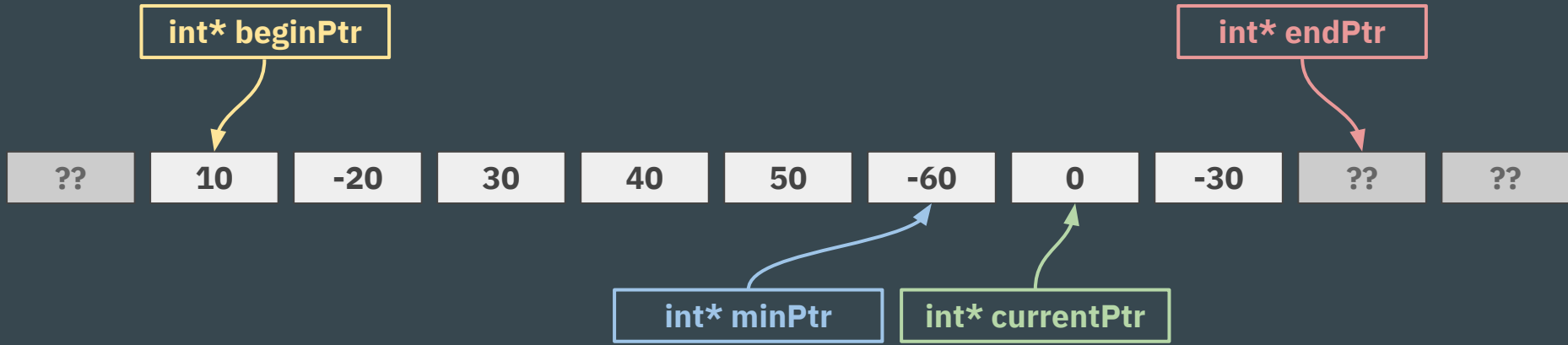
```
while(currentPtr++ != endPtr)
{
    if(*currentPtr < *minPtr)
    {
        minPtr = currentPtr;
    }
}
```



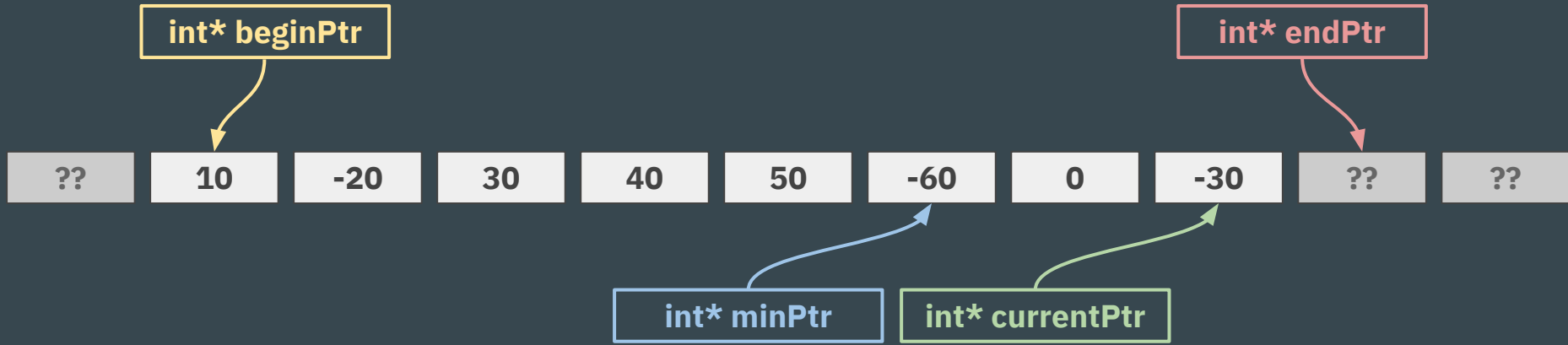
```
while(currentPtr++ != endPtr)
{
    if(*currentPtr < *minPtr)
    {
        minPtr = currentPtr;
    }
}
```



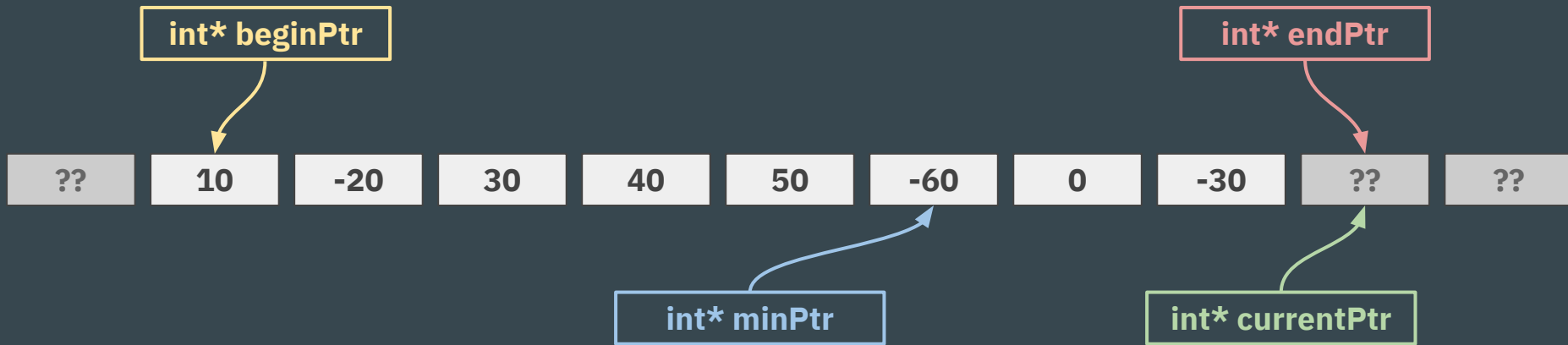
```
while(currentPtr++ != endPtr)
{
    if(*currentPtr < *minPtr)
    {
        minPtr = currentPtr;
    }
}
```



```
while(currentPtr++ != endPtr)
{
    if(*currentPtr < *minPtr)
    {
        minPtr = currentPtr;
    }
}
```



```
while(currentPtr++ != endPtr)
{
    if(*currentPtr < *minPtr)
    {
        minPtr = currentPtr;
    }
}
```



```
while(currentPtr++ != endPtr)
{
    if(*currentPtr < *minPtr)
    {
        minPtr = currentPtr;
    }
}
```