Списки и другие абстрактные типы данных

лекция 8

План лекции

- Абстрактные типы данных
- АТД список
  - Вставка и удаление элемента в список
- АТД на основе списков
- Стек и примеры использования стеков
  - Перевод арифметического выражения из инфиксной в постфиксную запись
  - Вычисление значения выражения на стеке

Абстрактные типы да

- Барбара Лисков р. 1939
- Стивен Жиль р. ?
- Liskov B., Zilles S. Programming with abstract data types // SIGPlan Notices, vol. 9, no. 4, 1974
  - Использование метода абстракции в программировании на примере построения польской записи выражения с помощью стека

Абстратные типы данных

- Абстрактный тип данных – это набор операций над значениями этого АТД
  - Обязательно наличие операций для создания значений

- Реализация АТД – это отображение
  - Значение –> содержимое памяти
    - Обычно не всё содержимое памяти
  - Операция --> послед-ть инструкций

АТД целое число

- Целые числа
  - Набор операций = { 0, 1, +, -, * }
    - Константы считаем 0-местными операциями
- Реализация на языке Си
  - Целое число –> машинное представление int
  - 0, 1, +, -, * --> машинные 0, 1, +, -, *

АТД список

- Создать пустой список
- Получить первую ячейку в списке
- Получить левую/правую соседку данной ячейки
- Создать новую ячейку списка перед/после данной
- Удалить ячейку списка перед/после данной
- Изменить/прочитать значение в данной ячейке списка
- Проверить наличие ячеек в списке

- Конечная последовательность ячеек, хранящих какие-то значения
- Адреса соседних ячеек списка в памяти могут отличаться больше, чем на размер ячейки

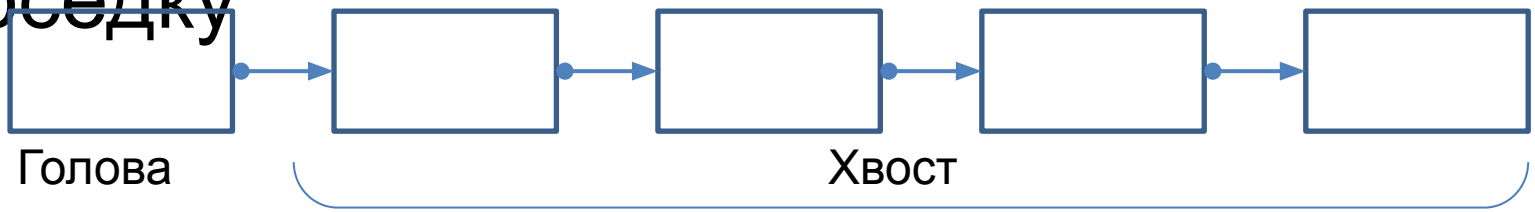
Классы реализаций списков

- Число соседок у ячейки -- 1 или 2
- Топология – линия или с циклом
- Тип значений – список или не список

- Один АТД может допускать несколько принципиально разных реализаций

Одно- и двусвязные списки

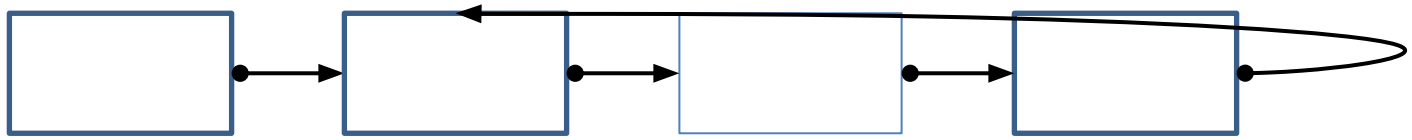
- Односвязный список – это список, каждая ячейка которого имеет <= 1 соседку



- Двусвязный список – это список, каждая внутренняя ячейка которого имеет две соседки

Циклические списки

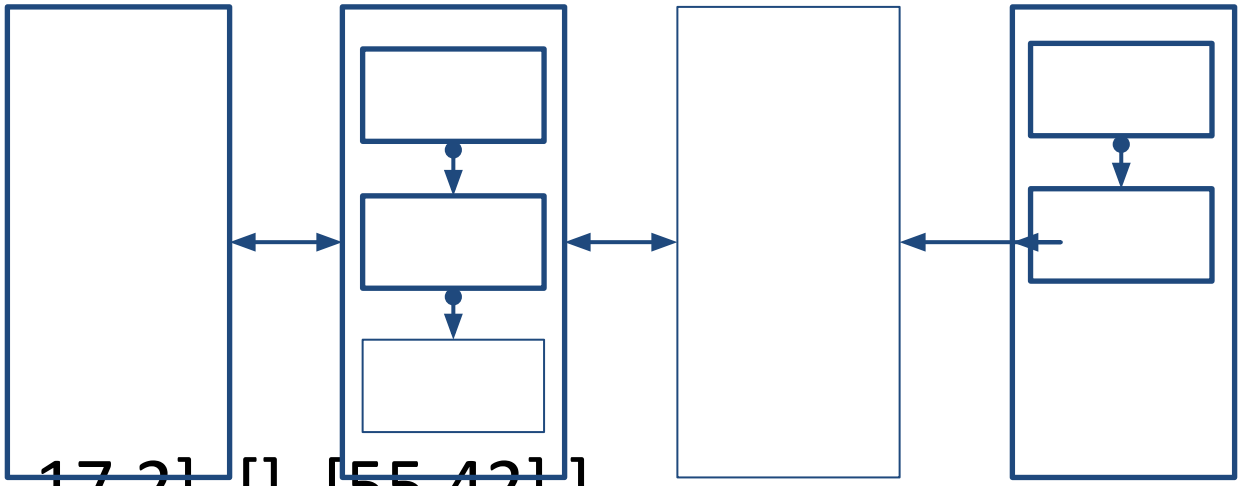
- Циклический список – это список, по ячейкам которого можно сколь угодно долго двигаться в одну из сторон



- Как определить, является ли список циклическим, не изменяя список и не используя дополнительной памяти?
- Почему рассматриваемый АТД список не позволяет создавать циклические списки?
- Как сделать возможным создание циклических списков средствами АТД список?

Иерархические списки

- Иерархический список -- это список, в ячейках которого хранятся списки
  - Списки могут быть разных классов



- [[], [5,-17,2], [], [55,42]]

Пример АТД список

T – тип элементов списка
list_t – список элементов типа T
place_t -- ячейка списка

```
list_t  create(void);
void    insert_after(list_t *A, place_t p, T v);
void    erase_after(list_t *A, place_t p);
void    set_value(place_t p, T v);
T       get_value(place_t p);
place_t prev(place_t p);
place_t next(place_t p);
place_t begin(list_t A);
place_t end(void);
```

Пример использования АТД список

```
// Найти значение в списке
place_t find(list_t A, T v) {
    place_t p = begin(A);
    while (p != end()) {
        if (get_value(p) == v)
            return p;
        p = next(p);
    }
    return end();
}
// Перепишите с помощью for
```

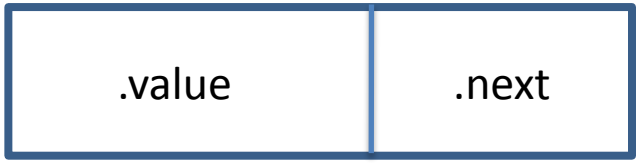
Реализация 1 – типы

```
struct place_t {
    T value;
    struct place_t *next;
};

struct list_t {
    struct place_t *front;
};

typedef struct list_t list_t;
typedef struct place_t *place_t;

// К какому классу списков подходит такая реализация?
```

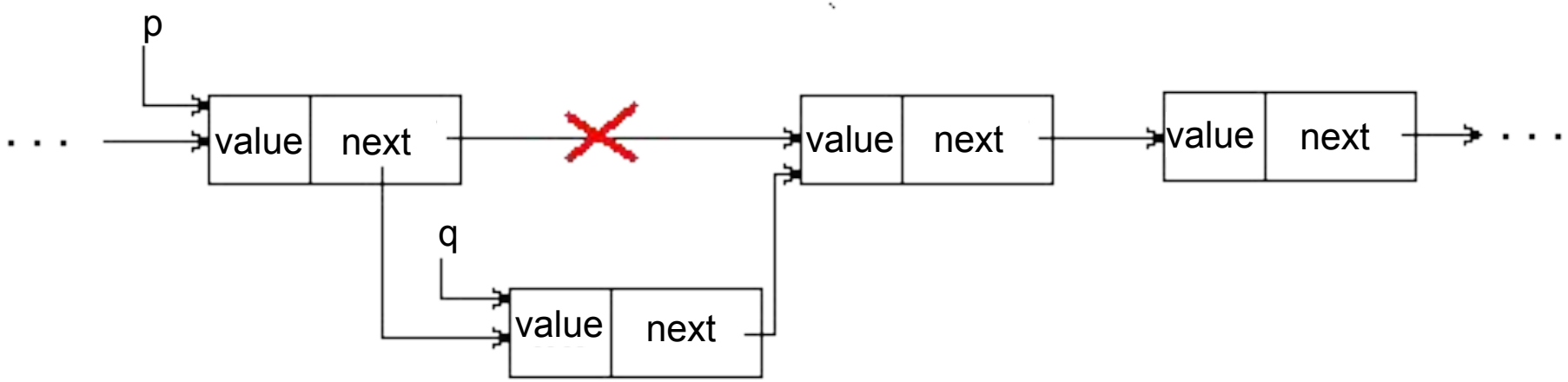


Реализация 1 – вставка ячейки

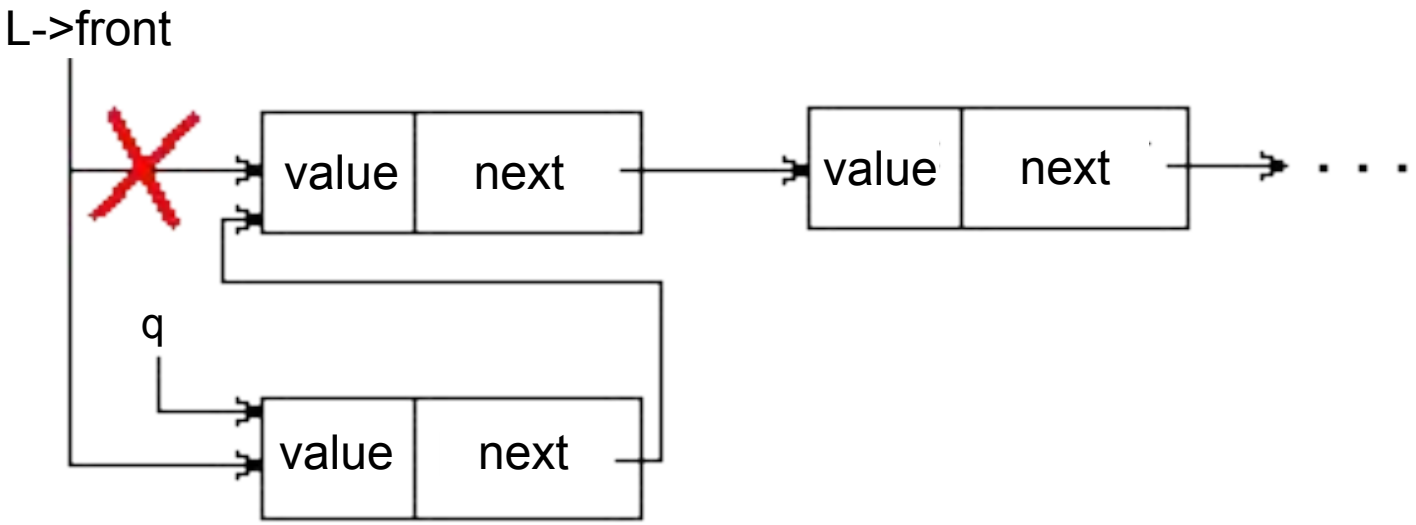
```
void insert_after(list_t *A, place_t p, T v) {
    place_t q = malloc(sizeof *q); // q != NULL
    q->value = v;
    if (p == end()) // добавить первую ячейку
        q->next = A->front, A->front = q;
    else
        q->next = p->next, p->next = q;
}

// Напишите функцию
// void insert(list_t *A, place_t p, T v);
// добавляющую ячейку перед ячейкой p
```

Реализация 1 – вставка ячейки



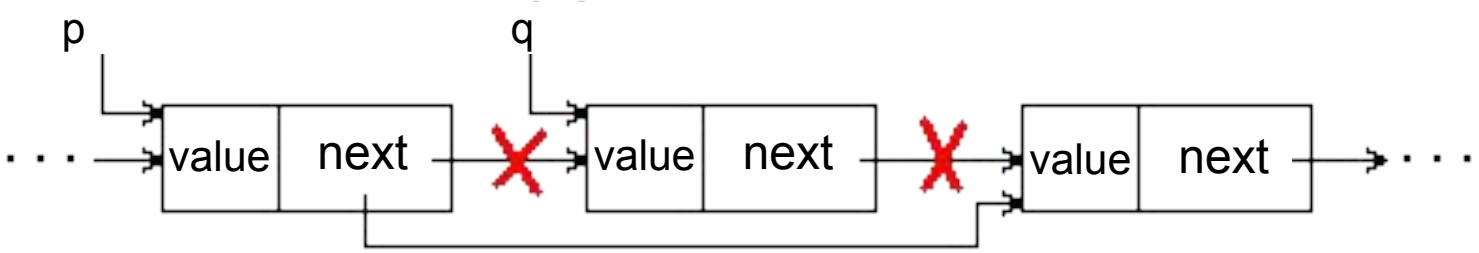
Реализация 1 – вставка ячейки



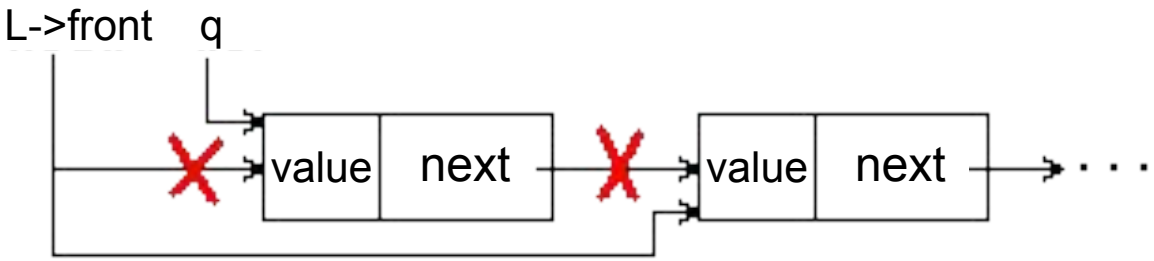
Реализация 1 – удаление ячейки

```
void erase_after(list_t *A, place_t p) {
    place_t *ptrp = p == end() ? &A->front
        : &p->next;
    if (*ptrp == end()) // удалять нечего
        return;
    place_t q = (*ptrp)->next;
    free(*ptrp);
    *ptrp = q;
}
// Напишите функцию
//  void erase(list_t *A, place_t p);
// удаляющую ячейку p, а не next(p)
```

Реализация 1 – удаление ячейки



Из середины списка



Из начала списка

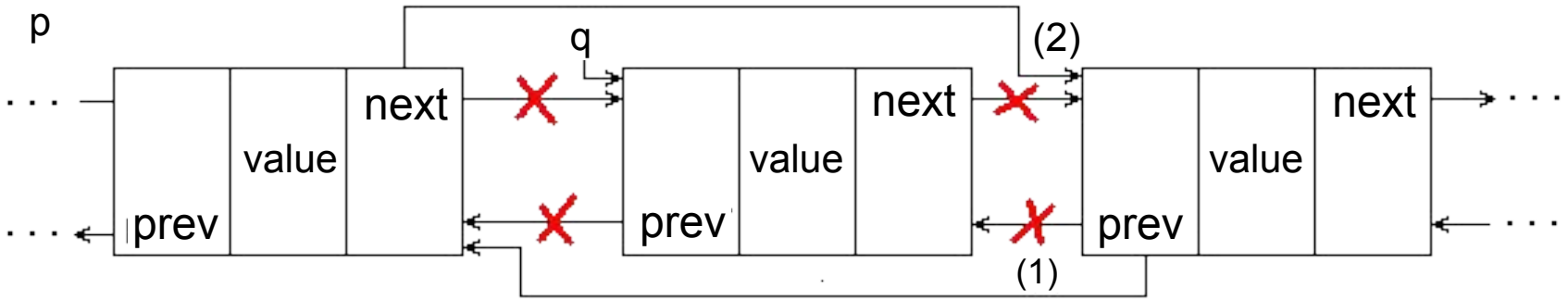
Реализация 2 – типы

```
struct place2_t {
  T             value;
  struct place2_t *     next, prev;
};
struct list2_t {
  struct place2_t *     front;
};
typedef struct list2_t     list2_t;
typedef struct place2_t *  place2_t;

// К какому классу списков подходит
// такая реализация?
```

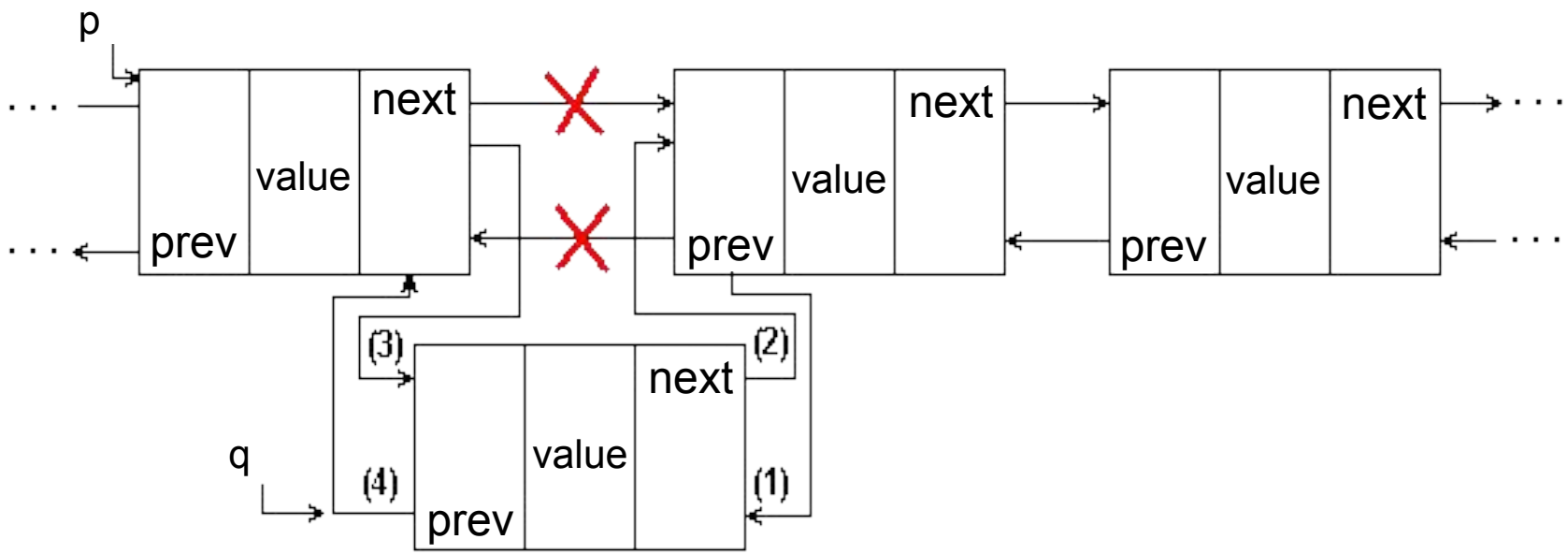
Реализация 2 – удаление ячейки

```
place2_t q = p->next;
p->next->next->prev = p;   // (1)
p->next = q -> next;     // (2)
free(q);
```



Реализация 2 – вставка ячейки

```
place2_t q = malloc(sizeof *q); // p != NULL
p->next->prev = q; // (1)
q->next = p->next; // (2)
p->next = q;    // (3)
q->prev = p;    // (4)
```



АТД на основе списков

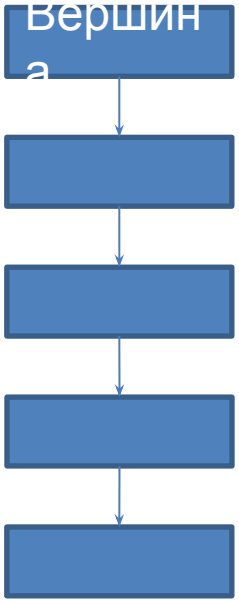
- Стек (stack)
- Очередь (queue)
- Дек (double-ended queue)

- Сокращение набора операций
- Переиспользование готовой реализации
  - Увеличение производительности труда программиста

АТД стек

- Стек -- это список, в котором добавление/удаление ячеек происходит только на одном конце
- Последняя добавленная в стек ячейка называется вершиной стека

- реверсивная память
- гнездовая память
- магазин
- push-down список
- LIFO (last-in-first-out)
- список йо-йо



Операции работы со стеком

Обозначение	Смысл
create(S)	создать пустой стек
top(S)	вернуть значение на вершине
pop(S)	вернуть значение на вершине и удалить её
push(S, x)	добавить новую ячейку со значением x
empty(S)	проверить наличие ячеек в стеке
destroy(S)	уничтожить стек

Перевод из инфиксной записи в постфиксную запись

- Инфиксная или скобочная запись арифм. выражения
  - a + (f – b * c / (z – x) + y) / (a * r – k)
- Префиксная запись
  - +a / + – f /*b c – z x y –*a r k
- Постфиксная или обратная польская запись
  - a f b c * z x – / – y + a r * k – / +

- Постфиксная запись = программа вычисления арифм. выражения
- Как из инфиксной записи получить постфиксную запись?

Перевод из инфиксной записи в постфиксную запись

- Вход: инфиксная запись арифметического выражения
- Выход: постфиксная запись того же арифметического выражения

Операция	Приоритет p
( )	1
=	2
+ –	3
* /	4

Перевод из инфиксной записи в постфиксную запись

```
create(S), Выход = «»
пока Вход != «» повторять
    X = первый элемент Вход, удалить X из Вход
    если X – число, то Выход = Выход + X
    иначе если X = ‘(‘, то push(S, X)
    иначе если X = ‘)‘, то
        пока top(S) != ‘(‘ повторять
            Выход = Выход + pop(S)
        pop(S) // убрать саму ‘(‘
    иначе
        пока !empty(S) && p(top(S)) >= p(X) повторять
            Выход = Выход + pop(S)
        push(S, X)
пока !empty(S) повторять Выход = Выход + pop(S)
destroy(S)
```

Пример

Входная строка:

a + (f – b * c // (z – x) + y) // (a * r – k)

X =

Выходная строка:

Стек

:

Вычисление арифметического выражения по постфиксной записи

Вход: постфиксная запись выражение

Выход: значение выражения на входе

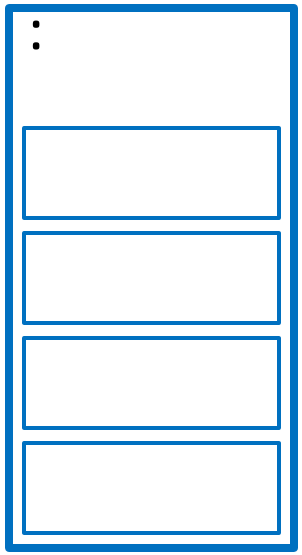
```
create(S)
пока Вход != «» повторять
    X = первый элемент Вход, удалить X из Вход
    Если X – число, то push(S, X)
    Если X – знак операции, то
        A=pop(S), B=pop(S), push(S, A X B)
Выход = pop(S)
destroy(S)
```

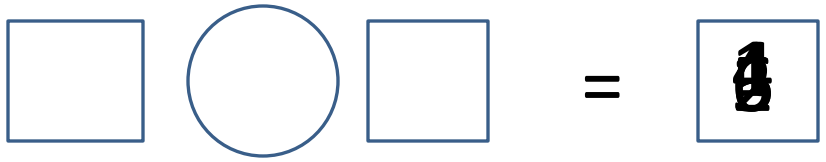
Пример

Входная строка:

5 2 3 * 4 2 / - 4 / + 1 -

Стек





Заключение

- Абстрактные типы данных
- Списки
  - Вставка и удаление элемента в список
- Стек и примеры использования стеков
  - Перевод арифметического выражения из инфиксной в постфиксную запись
  - Вычисление значения выражения на стеке