

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Алтайский государственный технический университет  
им. И.И. Ползунова»

**А.Ю. Андреева**

Методические указания к лабораторному практикуму по дисциплине

**«Функциональное и логическое программирование»**

для бакалавров направления «Программная инженерия»

Изд-во АлтГТУ  
Барнаул 2020

УДК.

Андреева А.Ю.. Методические указания к лабораторному практикуму по курсу **«Функциональное и логическое программирование»** для бакалавров направления «Программная инженерия»/А. Ю. Андреева; Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. – Барнаул: Изд – во АлтГТУ, 2020. – 18 с.

Методические указания представляют собой руководство к лабораторным занятиям по курсу Функциональное и логическое программирование

Рекомендовано бакалаврам дневной формы обучения направления ПИ

Рассмотрено и одобрено  
на заседании кафедры

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №1

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВСТРОЕННЫХ ФУНКЦИЙ ЛИСПА

Необходимо выполнить по одному заданию из каждого упражнения (вариант взять у преподавателя).

Задания выполняются в среде cLisp (или другой). Результаты привести в отчете. В случае ошибок интерпритации – привести пояснения.

Быть готовым пояснить любой вопрос по тексту кода.

#### Упражнение 1

Записать следующие выражения в виде s-выражений Лиспа:

- |  |                                 |
|--|---------------------------------|
| 1. $(2+3*6)/4/(5*(2+3))$               | 16. $(36+8)/(7+5)*4$            |
| 2. $(6+3*4)*(6+2)/6+6$                 | 17. $(-3.6+2.4)*5/(25/5)$       |
| 3. $2+4.3/6.8-4/7.2+3*5$               | 18. $96/(16-(18*0))+7$          |
| 4. $(7.2-3.6)/(4*5-4.8)+3.6*5$         | 19. $25*25/(5*5+10*10)$         |
| 5. $(3.8-2.4)/3.8+4.2*3/6.8+4$         | 20. $(7.3-6.8-(-3.4))*(92+3.4)$ |
| 6. $(5-3)/(4.8-6.2)+3.4/(7-2)+3$       | 21. $(2*2+3*3)-(6.4-4.4)$       |
| 7. $7-6/4+3*4/(7-2)+3*4$               | 22. $-35+78*87/78$              |
| 8. $(3-4.8*2)/(6*4-3.8)-(4.2-2)/(4-3)$ | 23. $(5.5+6.6-7.7*8.8)/9.9$     |
| 9. $(-3+4.2*6)/(7.8-3)+4.8/(3.4-2)$    | 24. $56+65/56-25*52/4$          |
| 10. $(3.4-3.2)/(-1.6)-3.8/(2-6)+4.8$   | 25. $77+88-7*(7*8/4)$           |
| 11. $(2.5+7)/8.1*(6.5+4.3)$            | 26. $92/4*8+89-72$              |
| 12. $(1.2-6.8)/3*5+(2-8)$              | 27. $72/9+48*(6/3)$             |
| 13. $(7.8-3)*(5+4)/3-1.8$              | 28. $2.5+4.6*7.4-4.8$           |
| 14. $8.3*(1.1-1.0)+7.6/3.8$            | 29. $3.9+9.3/3.9*2.5$           |
| 15. $6+3/7*8+(3+5)/2.3$                | 30. $(88-8.8)/((77+7.7)*4.4)$   |

#### Упражнение 2

Определить, как будут выполнены интерпретатором Лиспа следующие последовательности s-выражений, т.е. что появится на выходе и какие значения получат символьные атомы в результате присваиваний

1.  $(\text{SETQ } A \ 3)$   
 $(\text{SETQ } B \ A)$

- (SET (SETQ B 'A) 'B)
2. (SETQ B 3)  
(SETQ A 'B)  
(SETQ '(SET A 4) B)
3. (SETQ A 'C)  
(SETQ B 2)  
(SETQ (SET A B) 'C)
4. (SET 'B 4)  
(SET A B)  
(SET '(SETQ A 'B) 2)
5. (SETQ A 'C)  
(SETQ B 'A)  
(SETQ B (SETQ B 'C))
6. (SETQ B 2)  
(SET '(SET B 'C) 'Z)
7. (SETQ 'A 4)  
(SETQ 'B 'A)  
(SETQ (SET B A) '3)
8. (SETQ B 'A)  
(SETQ C 'B)  
(SET (SET B C) B)
9. (SETQ B 'A)  
(SET B (SET B '2))  
(SETQ (SET 'A B) 'C)
10. (SETQ A 2)  
(SET 'C 'B)  
(SETQ (SET 'C 'B) A)
11. (SETQ A 'C)  
(SET (SET A 'B) (SET 'C B))
12. (SETQ (SETQ A 'B) 'C)  
(SET (SET A B) (SET B 'A))

13. (SETQ B 'C )  
(SET B 'A)  
(SET B (SETQ A 'C))
14. (SETQ B 'A)  
(SET (SETQ C B) (SETQ 'A C))
15. (SETQ C 'A)  
(SET C 'B)  
(SET C (SETQ 'B '2))

### Упражнение 3

Записать последовательность функций CAR и CDR, выделяющую из приведенных списков атом A.

1. (1 (2 (A) 3) 4)
2. ((1) (2 A) 3)
3. ((1 (2 (A))))
4. (1 2 (3 A))
5. (1 (2) 3 (A))
6. (1 2 ((3) A))
7. (1 2 (3 (A 4)))
8. ((1 2) (3 A) 4)
9. ((1 2) ((3 A) 4))
10. ((1) (2) (A))
11. ((1 2) (3 A))
12. ((1 2) (3 (A)))
13. (1 (2 A))
14. (1 ((2 A) 3))
15. ((A) (1 2))
16. (3 ((A) 1 2) 3)
17. ((1 (A)) 2)
18. ((1 A) 2)
19. (1 (2) (A 3))
20. (1 (A 2) 3)
21. ((A 1) 2)
22. (1 2 ((A) 3))
23. ((1 (2) A) 3)
24. ((1 2) (A (3 4)))
25. ((A (1)) 2)
26. (1 ((2 (A)) 3))
27. ((1 (A)) 2 3)
28. (1 2 ((A) 3))
29. ((1 2) 3 (4 A))
30. (1 (2 ((A) 3))

### Упражнение 4

Каков результат интерпретации следующих выражений?

1. (CONS NIL '(A B C))
2. (CONS '(NIL) '(NIL))
3. (CONS NIL NIL)
4. (APPEND '(A) NIL)
5. (LIST (SETQ A 'B) 2 '(A))
6. (LIST 'A (SETQ A '(B)) 3 A)

7. (CAR (SET 'A '(B C D)))
8. (CAR (CDR '(A (B C))))
9. (CDR (CDR '(CDR '(A B C))))
10. (CAR '((A) (B C)))
11. (CDR (LIST 'A 'B NIL))
12. (CAR ''A)
13. (LIST (LIST 'A 'B) '(CAR '(C D)))
14. (LIST NIL '(A))
15. (LIST NIL NIL)
16. (APPEND (CAR '((A))) '(B (C)))
17. (APPEND (CDDR '(A B)) '(C D))
18. (APPEND NIL NIL)
19. (LIST (CDR '(A B C)) (CAR '(A B C)))
20. (CONS '(A) '(B))
21. (CONS 'A (LIST (+ (/ 6 2) 5)))
22. (CONS 'A ' (+ (/ 6 2) 5))
23. (APPEND (CDR '((A) B C)) (CAR '((A) B C)))

### Упражнение 5

В данном упражнении требуется получить списки справа от стрелки с помощью суперпозиции функций LIST, APPEND, CONS, CAR, CDR. Аргументами функций могут быть лишь s-выражения, указанные слева от стрелки.

Пример: (A B); C; D  $\Rightarrow$  (A B (C D))

Решение: (APPEND '(A B) (LIST (LIST 'C 'D)))

- |                       |               |                  |
|-----------------------|---------------|------------------|
| 1. (A B) C (D)        | $\rightarrow$ | ((A B) (C) D)    |
| 2. (A B) (C); (D)     | $\rightarrow$ | ((A B) C D)      |
| 3. (A B) (C D)        | $\rightarrow$ | (A (B C) D)      |
| 4. (A); (B); (C); (D) | $\rightarrow$ | ((A B) (C D))    |
| 5. (A); B; C; D       | $\rightarrow$ | (A B (C) (D))    |
| 6. (A); B; C; D       | $\rightarrow$ | (( (A) (B)) C D) |
| 7. A; B; (C D)        | $\rightarrow$ | (A (B C) D)      |
| 8. A; (B C); D        | $\rightarrow$ | ((A) (B) C (D))  |
| 9. (A); (B); (C D)    | $\rightarrow$ | (A (B C) D)      |
| 10. (A B); (C (D))    | $\rightarrow$ | (A (B (C)) D)    |
| 11. (A B); (C D)      | $\rightarrow$ | ((A) B C (D))    |
| 12. A; B; (C D)       | $\rightarrow$ | ((A B) C D)      |

- |                     |   |               |
|---------------------|---|---------------|
| 13. A; (B C D)      | → | ((A) B (C D)) |
| 14. A; (B) ; C; (D) | → | ((A) B (C D)) |
| 15. A; (B C); (D)   | → | ((A B) (C) D) |
| 16. (A); B; (C D)   | → | (A (B) (C) D) |
| 17. A; (B C); (D)   | → | (A (B) (C D)) |
| 18. (A); (B C); D   | → | (A (B (C) D)) |

### Упражнение 6

Какое из выражений дает значение T, а какое NIL?

1. (ATOM '(CAR '(A B)))
2. (EQUAL '(A B) (CONS '(A) '(B)))
3. (EQ '(A B) (CONS 'A '(B)))
4. (EQ 1234567890 1234567890)
5. (EQUAL '1234567890 1234567890)
6. (EQ 5 20/4)
7. (EQ 1/5 0.2)
8. (ATOM (\* 2 (+ 2 3)))
9. (NULL (NULL T))
10. (EQUAL (ATOM NIL) (CAAR '((T))))
11. (ATOM (SETQ A 'B))
12. (NULL (LISTP (CAR '(A B))))
13. (NUMBERP '(+ 2 3))
14. (LISTP (CAR '(A)))
15. (LISTP (EQ 'A 'B))
16. (ATOM (CAR '(SETQ A 'B)))
17. (NULL (LISTP NIL))
18. (NUMBERP '(SETQ A 4))
19. (ATOM '(CAR '(A)))
20. (ATOM `(LISTP `(A)))
21. (ATOM (LISTP `(A)))
22. (CONSP (CONS 'A 'B))
23. (CONSP (CAR `(A B)))
24. (CONSP (CDR `(A)))
25. (EQ (SETQ A 'B) A)
26. (EQ (SETQ A 'B) (CAR '(A X)))
27. (EQ (SETQ A 'B) (SETQ A 'C))
28. (EQ (SETQ A 'B) (SET 'A A))
29. (ATOM (CAR '(CAR '((A) B))))
30. (CAR (LIST NIL))

### Упражнение 7

Чему равны значения следующих выражений?

1. (AND (CDDR '(A B)) 'A 2)
2. (OR (CAR '(NIL 2 'A)) (ATOM '(A B)))
3. (OR (SET 'A NIL) (AND (NULL A) (CDR '(A))))
4. (AND (> 5 3) (< (SETQ A 1) 0))
5. (OR (SETQ A NIL) (CAR '(A B)))
6. (AND (SETQ A '5) (SETQ 'C (= A 4)))
7. (OR '(A 4) (SETQ C (A 4)))
8. (OR (SETQ C (= 4 8)) (CAR '(NIL C)))
9. (AND (OR (SETQ A 5) (SETQ B A)) (SETQ C B))
10. (OR (ATOM (< 5 3)) (SETQ C '8))
11. (OR (SETQ A 'B) (SETQ 'B C))
12. (AND (SETQ B 'A) (EQ A B))
13. (SET (OR (SETQ A NIL) (SET 'A 'B)) (AND (CAR '(A B)) A))
14. (AND (OR '(SETQ A NIL) NIL) (OR NIL A))
15. (AND (EQUAL (SETQ A NIL) NIL) (EQ (OR NIL A 2) 2))
16. (AND (NULL (SETQ A NIL)) (EQ A (ATOM '(A B))))
17. (OR (APPEND NIL NIL) (CONS NIL NIL) 2)
18. (AND (LIST NIL NIL) (CAR (LIST NIL)) (CONS NIL NIL))
19. (SETQ (OR (SETQ A NIL) (SETQ A 'B) (SETQ B 'C)) (SET B 2))
20. (OR (CDR '(NIL)) (CAR '(NIL)) (LIST NIL))

### Упражнение 8

Записать определения следующих функций, используя функции проверки условия IF и COND (т.е. 2 варианта!):

1. Функция, вычисляющая выражение  $1/a + 1/b$  для заданных чисел  $a$  и  $b$ . В случае, если какое-либо из чисел равно нулю, функция должна давать нуль.
2. Функция, вычисляющая максимум из трех чисел  $a$ ,  $b$ ,  $c$ .
3. Функция, вычисляющая квадрат наименьшего из двух чисел  $a$  и  $b$ .
4. Функция, имеющая один аргумент-список и возвращающая квадрат третьего элемента этого списка, если он является числом, голову третьего элемента, если он является списком, иначе сам третий элемент.
5. Функция, имеющая один аргумент-список и возвращающая сумму 4-го и 5-го элемента этого списка, если оба этих элемента являются числами, иначе 1-й элемент списка.
6. Функция, имеющая один аргумент-список и возвращающая квадрат первого элемента этого списка, если этот элемент является числом, и 3-й элемент списка в противном случае.



7. Функция, имеющая один аргумент-список и возвращающая список из 2-го и 4-го элемента, если они оба являются атомами, иначе квадрат 1-го элемента, если этот элемент - число, и NIL в противном случае.

8. Функция, имеющая два аргумента - числовых списка и возвращающая тот список, голова которого меньше.

9. Функция, аргументами которой являются координаты двух точек  $(x_1 \ y_1)$   $(x_2 \ y_2)$ , а результатом - расстояние между точками

10. Функция, имеющая три аргумента и возвращающая их сумму, если все они числа, и список, состоящих из них, в противном случае.

11. Функция, аргументом которой является числовой список, а результатом максимум из квадрата головы и суммы второго и третьего элементов.

12. Функция, аргументом которой является некоторый список, а результатом голова этого списка, если в списке больше трех элементов, иначе второй элемент списка.

13. Аргументом функции является список из трех неравных чисел. Функция должна вернуть число, которое не является максимумом и минимумом.

14. Функция имеет 2 числовых аргумента  $a$  и  $b$  описывающих уравнение  $ax+b=0$ . Значением функции должен быть корень уравнения.

15. Аргументом функции является список из трех чисел. Функция должна вернуть список из тех же чисел, расположенных в порядке возрастания.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №2

### МЕТОДЫ ХВОСТОВОЙ РЕКУРСИИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ СПИСКОВ

**Задание:** Реализовать обработку списков с использованием механизма общей рекурсии.

Задания выполняются в среде cLisp (или другой). Код программ и тестовые примеры привести в отчете.

Быть готовым пояснить любой вопрос по тексту кода.

#### Варианты:

1. Написать функцию вычисления  $m^n$ .
2. Для произвольного списка определить, является ли последний элемент списка списком или атомом.
3. Получить список, состоящий из поэлементной суммы двух списков.  
(2 4 1 5 6) (3 4 1 2 2)  $\rightarrow$  (5 8 2 7 8)
4. Написать функцию-предикат, проверяющую, принадлежит ли данный элемент заданному списку:  
(MEMBER 'A '(S D A H))  $\rightarrow$  T  
(MEMBER 'D '(H K (D) G))  $\rightarrow$  NIL
5. Для произвольного списка построить список той же длины, состоящий из атомов T и NIL в зависимости от того, является ли соответствующий элемент исходного списка списком или атомом соответственно.
6. Написать функцию, которая по заданному s-выражению A и числу N строит список вида ((((((A)))))), где количество скобок с каждой стороны от выражения равно N.
7. Написать функцию, преобразующую список к виду  
(A B C)  $\rightarrow$  (A (B (C)))
8. Определить функцию, разбивающую список на пары:  
(A B C D)  $\rightarrow$  ((A B) (C D))
9. Написать функцию, которая, чередуя элементы двух списков, строит новый список:  
(A B C) (1 2 3)  $\rightarrow$  (A 1 B 2 C 3)
10. Определить функцию, которая строит список (1 3 5 7 ...  $2*N-1$ ) для заданного N.
11. Для заданного числового списка построить новый список, в котором

вначале находятся все отрицательные элементы, а затем неотрицательные.

12. Два множества представлены списками. Найти пересечение множеств.
13. Два множества представлены списками. Найти вычитание множеств.
14. Два множества представлены списками. Найти объединение множеств.
15. Дан список из положительных чисел, построить список, элементами которого являются количество единиц в исходном списке, количество двоек и т.д. до максимального значения числа в исходном списке:  
 $(2\ 1\ 1\ 3\ 1\ 3\ 5) \longrightarrow (3\ 1\ 2\ 0\ 1)$
16. Из данного списка удалить все элементы, которые являются списками длиной более K.
17. Выполнить попарные перестановки элементов списка  
 $(A\ B\ D\ F\ B\ A\ C) \longrightarrow (B\ A\ F\ D\ A\ B\ C)$
18. Дан список, число и произвольное s-выражение. Поставить s-выражение в список перед элементом, номер которого равен числу:  
 $(A\ B\ C\ D),\ T,\ 3 \longrightarrow (A\ B\ T\ C\ D)$
19. Написать функцию, превращающую список в множество, т.е. удаляющую все повторяющиеся элементы:  
 $(A\ B\ A\ B\ B\ C\ A) \longrightarrow (A\ B\ C)$
20. Написать функцию, проверяющую, является ли список множеством, т.е. каждый элемент в нем должен встречаться по одному разу.
21. Проверить, состоят ли два списка из одних и тех же элементов.
22. Дан список и число N. Разбить список на подсписки длины N:  
 $(A\ B\ (C\ D)\ 1\ 2\ NIL)\ 4 \longrightarrow ((A\ B\ (C\ D)\ 1)\ (2\ NIL))$
23. Разложить число на простые множители.—>  
 $30 \longrightarrow (2\ 3\ 5)$
24. Дан одноуровневый список, состоящий из чисел. Построить список из последовательных сумм элементов.  
 $(A_1, A_2, A_3, \dots, A_N) \longrightarrow (A_1, A_1+A_2, A_1+A_2+A_3, \dots, A_1+A_2+\dots+A_N)$
25. Для двухуровневого списка вернуть подсписок максимальной длины.
26. Для одноуровневого списка удалить элемент, стоящий следом за

заданным

$(A B A B B C A), A \rightarrow (A A B C A)$

27. Написать функцию, выполняющую над числовым одноуровневым списком следующую операцию:

$(A B C \dots) \rightarrow A^B C \dots$

Причем последовательное возведение в степень выполняется справа налево.

28. Написать функцию, которая для заданных произвольного списка и числового строит список вида:

$(a c g) (2 3 5) \rightarrow (((a)) (((c))) (((((g)))))))$

29. Написать функцию, вычисляющую произведение всех элементов одноуровневого числового списка в предположении, что отсутствует операция умножения и можно использовать лишь сложение.

30. Из произвольного списка и числового списка построить новый список:

$(A B C) (1 2 3) \rightarrow ((A) (B B) (C C C))$

31. Даны два множества, представленные списками. Проверить, является ли первое множество подмножеством второго.

32. Построить список, определяющий сколько раз встречается каждый элемент в списке:  $(A B A C B C A B D) \rightarrow ((A 3) (B 3) (C 2) (D 1))$

33. Даны два числовых списка. Построить третий список, количество элементов которого равно длине второго списка и каждый элемент равен количеству элементов первого списка, меньших соответствующего элемента второго списка:

$(1 7 3 0 2) (3 7 10) \rightarrow (3 4 5)$

34. Написать функцию, удаляющую из списка каждый K-й элемент.

35. Разбить список на подсписки длины 1, 2, 3...

36. Дан список и числа N и M. Вырезать из списка подсписок от элемента N до элемента M:

$(A B C D E) 2 4 \rightarrow (B C D)$

37. Даны два множества, представленные списками. Определить функцию, строящую декартово произведение множеств:

$(A B C) (1 2) \rightarrow ((A 1) (A 2) (B 1) (B 2) (C 1) (C 2))$

38. Дан список из произвольных элементов. Найти наиболее часто встречающийся элемент.

39. Написать функцию, вычисляющую множество всех подмножеств

данного множества:

$(A\ B\ C) \longrightarrow (NIL\ (A)\ (B)\ (C)\ (A\ B)\ (A\ C)\ (B\ C)\ (A\ B\ C))$

40. Дано множество  $A$  и список из подмножеств данного множества  $B$ . Разбить  $A$  на два подмножества так, чтобы ни одно из подмножеств  $B$  не содержалось целиком в каждом из двух подмножеств. Например:

$(A\ B\ C\ D\ E)\ ((A\ B)\ (A\ C\ D)\ (D\ E)) \longrightarrow ((A\ C\ E)\ (B\ D))$

41. Дано натуральное число  $N$ . Построить список из подписков натуральных чисел, в сумме дающих  $N$ . Пример:

$3 \longrightarrow ((1\ 2)\ (2\ 1)\ (1\ 1\ 1))$

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №3

### МЕТОДЫ ОБЩЕЙ РЕКУРСИИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ СПИСКОВ

**Задание:** Реализовать обработку списков с использованием механизма общей рекурсии.

Задания выполняются в среде cLisp (или другой). Код программ и тестовые примеры привести в отчете.

Быть готовым пояснить любой вопрос по тексту кода.

#### Варианты:

1. Написать функцию-предикат, проверяющую, содержится ли данный атом в списке:  
 $(\text{MEMQ 'A '(S W F (A S))}) \rightarrow T$   
 $(\text{MEMQ 'U '(G J (J))}) \rightarrow \text{NIL}$
2. Написать функцию, которая из заданного списка строит одноуровневый список:  
 $(A (B (C 1) D)) \rightarrow (A B C 1 D)$
3. Для произвольного списка вычислить количество чисел на заданной глубине  
 $((1 A) ((3 4) (D C)) (2) (A)), 2 \rightarrow 2$
4. Найти максимальный уровень вложенности заданного списка.
5. Найти последний отличный от NIL атом в заданном списке:  
 $(A B (S 1) ((C)) \text{NIL}) \rightarrow C$
6. Дан произвольный список из числовых атомов. Найти минимальный атом в списке.
7. Для произвольного списка найти глубину, на которой находится первое вхождение заданного атома  
 $((1 A) ((3 4) (D C)) (2) (A)), D \rightarrow 2$
8. Найти первый отличный от NIL атом в произвольном списке:  
 $((()) A) B C \rightarrow A$
9. Даны два списка одинаковой структуры. Построить список такой же

структуры, состоящий из пар элементов.

$((A\ B(B)C)D) , ((1\ C\ (2)3)4) \longrightarrow (((A\ 1)\ (B\ C)((B\ 2))(C\ 3))(D\ 4))$

10. Дан список произвольной структуры, в который входят как числа, так и символьные атомы. Написать функцию, которая возвращает список из двух чисел, первое из них равно сумме чисел исходного списка, а второе их количеству.

$((1\ A)(2\ (3)\ B\ (4))) \longrightarrow (10\ 4)$

11. Дан список произвольной структуры. Каждый числовой атом списка необходимо увеличить на единицу.

$((A\ (1)2)B\ 3) \longrightarrow ((A\ (2)3)B\ 4)$

12. Найти самый глубоко расположенный атом в произвольном списке. Если таких несколько, вывести первый из них.

$(A\ (B\ C)(D\ (E)F)) \longrightarrow E$

13. Для произвольного списка вычислить сколько раз встречается заданный атом

$((1\ A)\ ((3\ 4)\ (D\ C))\ (2)\ (A)), A \longrightarrow 2$

14. Имеется произвольный список, состоящий из числовых атомов. Преобразовать список по следующему правилу: если элементы некоторого подсписка являются числами, заменить подсписок суммой его элементов.

$(1\ (2\ (3\ 4\ 5)\ 6)(7\ 8\ 9)) \longrightarrow (1(2\ (12)\ 6)(24))$

15. Дан список произвольной структуры. Каждый подсписок, состоящий из одного атома, заменить на сам атом.

$(A\ ((B)C)((D))) \longrightarrow (A(B\ C)D)$

16. Написать функцию, проверяющую, что каждый атом произвольного списка является числом.

17. Определить, сколько атомов находится на заданном уровне вложенности. Элемент может быть как атомом, так и списком.

$(A\ B\ (B\ A\ (C))\ A\ C\ (A)), 2 \longrightarrow 3$

18. Проверить, состоят ли два списка из одних и тех же атомов.

19. Удалить все числовые атомы в произвольном списке.

20. Имеется список произвольной структуры, но все одноуровневые списки в нем содержат ровно два элемента. Необходимо преобразовать список, удалив второй элемент.

$((1\ 2)\ ((3\ 4)\ (5\ 6))\ (((7\ 8)))) \longrightarrow ((1)((3)(5))(((7))))$

21. Дан список произвольной структуры, состоящий из чисел. Каждый атом увеличить на его уровень вложенности.

$$(1 (2 3((4)5))) \longrightarrow (2(4 5((8)8)))$$

22. Дан список произвольной структуры, каждый атом встречается по одному разу. Написать функцию, которая для каждого атома определяет его уровень вложенности и строит соответствующий список:  
 $(A ((B) C)) \longrightarrow ((A 1) (B 3) (C 2))$
23. Найти сумму первых  $k$  числовых атомов списка произвольной структуры.
24. Построить список, определяющий сколько раз встречается каждый атом в списке:  $(A (B A C B) C (A (B)) D) \longrightarrow ((A 3) (B 3) (C 2) (D 1))$
25. Дан список произвольной структуры. Найти наиболее часто встречающийся атом в списке.
26. Дано множество, представленное списком. Построить все перестановки этого множества:  
 $(A B C) \longrightarrow ((A B C) (A C B) (B A C) (B C A) (C A B) (C B A))$
27. Дано множество, представленное списком, и число  $K$ . Построить все сочетания из данного множества длиной  $K$ .  
 $(A B C D) 3 \longrightarrow ((A B C) (A B D) (B C D) (A C D))$
28. Для произвольного списка вычислить сумму чисел на заданной глубине  
 $((1 A) ((3 4) (D C)) (2) (((7 8))))$ , 2  $\rightarrow$  3



## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №4**

### **ПОСТРОЕНИЕ ИТЕРАЦИОННЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ ОБРАБОТКИ СПИСКОВ**

**Задание:** Реализовать обработку списков с использованием функции LOOP для вариантов из лауораторной работы № 2.

Задания выполняются в среде cLisp (или другой). Код программ и тестовые примеры привести в отчете.

Быть готовым пояснить любой вопрос по тексту кода.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №5

### СОЗДАНИЕ СПИСКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПИСКОВЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ И ПРОСТЕЙШАЯ ОБРАБОТКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФУНКЦИЙ LAMBDA И MAP

**Задание 1:** Используя списковые включения (**list comprehension**) сгенерировать одномерный список (возможно в 2-3 этапа). Выполнить обработку списка с использованием функции **map** и **lambda**.

#### Варианты:

1.
  - Сгенерировать список в котором чередуются случайные натуральные числа и произвольные сочетаний символов.
  - Каждый числовой атом списка необходимо увеличить на единицу.
2.
  - Сгенерировать список со случайными натуральными числами, кратными 3.
  - Сбросить в 0 нечетные числа
3.
  - Сгенерировать список в котором чередуются натуральные числа и случайные подстроки.
  - Каждый строковый элемент списка необходимо заменить на его длину.
4.
  - Сгенерировать список со случайными натуральными числами до 20.
  - Разделить пополам все четные элементы.
5.
  - Сгенерировать 2 списка одинаковой длины: со случайными числами от -5 до 5 и с повторяющейся последовательностью: 2,3,4
  - Определить функцию возведения элементов одного списка в степень другого
6.
  - Сгенерировать 2 списка: состоящий из случайных строк и повторяющейся произвольной подстроки.
  - Склеить элементы этого списка по 2, используя элемент 2 списка как префикс.

7.
  - Получить список слов из заданной строки (использовать метод строк `split`)
  - Получить новый список, чередованием элементов списка и произвольной строки
8.
  - Сгенерировать двухуровневый список (матрицу)
  - Выпрямить список (сделать одноуровневым)
9.
  - Сгенерировать двухуровневый список (матрицу)
  - Получить новый список, состоящий из сумм подсписков
10.
  - Сгенерировать двухуровневый список (матрицу)
  - Получить новый список, состоящий из максимумов подсписков
11.
  - Сгенерировать список из натуральных чисел, а другой, состоящих из строк
  - Написать функцию, которая, чередуя элементы двух списков, строит новый список
12.
  - Сгенерировать список из подсписков длины  $k$
  - Вычислить суммы элементов подсписков
13.
  - Сгенерировать список состоящий из чередующихся числа 5 и случайных чисел до 1000
  - Получить новый список из трехзначных чисел исходного
14.
  - Сгенерировать 2 списка из случайных чисел
  - Создать список из элементов пересечения
15.
  - Сгенерировать 2 списка из случайных чисел
  - Создать список из элементов вычитания 2-го списка из первого
16.
  - Сгенерировать список из случайных подстрок
  - Создать список из элементов, содержащих 'a'

**Задание 2:** Используя списковые включения (list comprehension) сгенерировать двумерный список (возможно в 2-3 этапа) порядка  $n$  (для некоторых заданий порядок должен быть нечетным) и выполнить его обработку с использованием функции `lambda`

**Варианты:**

1.

$$T = \begin{pmatrix} 13 & 14 & 15 & 16 \\ 12 & 3 & 4 & 5 \\ 11 & 2 & 1 & 6 \\ 10 & 9 & 8 & 7 \end{pmatrix}$$

Вернуть одномерный список из сумм первого и последнего элементов столбцов

2.

$$T = \begin{pmatrix} 3 & 2 & 0 & 2 \\ 2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Вернуть одномерный список из сумм средних элементов строк (для четного  $n$ )

3.

$$T = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 2 & 1 & 2 & 3 \\ 3 & 2 & 1 & 2 \\ 4 & 3 & 2 & 1 \end{pmatrix}$$

Вернуть одномерный список из сумм средних элементов столбцов

4.

$$T = \begin{pmatrix} 5 & 4 & 3 & 2 \\ 6 & 7 & 8 & 9 \\ 15 & 14 & 13 & 12 \\ & . & . & . \end{pmatrix}$$

Вернуть одномерный список из N-го, (N-1)-го, ... первого элементов строк

5.

$$T = \begin{pmatrix} 5 & 4 & 3 & 2 \\ 4 & 5 & 4 & 3 \\ 3 & 4 & 5 & 4 \\ 2 & 3 & 4 & 5 \end{pmatrix}$$

Вернуть одномерный список из площадей прямоугольников, основание и высота: первый и последний элемент столбцов сгенерированной матрицы

6.

$$T = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 10 & 9 & 8 & 7 \\ 11 & 12 & 13 & 14 \\ & . & . & . \end{pmatrix}$$

Вернуть одномерный список из произведений средних элементов строк (для четного n)

7.

$$T = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & 3 & 8 \\ 0 & 4 & 7 & 11 \end{pmatrix}$$

Вернуть одномерный список из площадей треугольников, основание и высота: первый и второй элемент столбцов сгенерированной матрицы

8.

$$T = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 3 & 5 \\ 0 & 2 & 2 & 5 \\ 0 & 0 & 3 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 4 \end{pmatrix}$$

Вернуть одномерный список из сумм первого и последнего элементов столбцов

9.

$$T = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 4 & 8 \\ 0 & 1 & 2 & 4 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 4 \end{pmatrix}$$

Вернуть одномерный список из первых, вторых, третьих ... элементов столбцов

10.

$$T = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 6 & 10 \\ 2 & 5 & 9 & 14 \\ 4 & 8 & 13 & 18 \\ 7 & 12 & 17 & 21 \end{pmatrix}$$

Вернуть одномерный список из площадей прямоугольников, основание и высота которых это первый и последний элемент строк сгенерированной матрицы

11.

$$T = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 5 & 7 \\ 3 & 1 & 3 & 5 \\ 5 & 3 & 1 & 3 \\ . & . & . & . \end{pmatrix}$$

Вернуть одномерный список из площадей треугольников, основание

и высота которых это первый и второй элемент строк сгенерированной матрицы

12.

$$T = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 5 & 7 & 9 \\ 2 & 4 & 6 & 8 & 10 \\ 3 & 5 & 7 & 9 & 11 \\ 4 & 6 & 8 & 10 & 12 \end{pmatrix}$$

Вернуть одномерный список из сумм средних элементов строк (для четного n)

13.

$$T = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 2 & 0 & 3 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 2 & 0 & 3 \\ 2 & 0 & 1 & 0 & 2 & 0 \\ & & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \end{pmatrix}$$

Вернуть одномерный список из произведений первого и последнего элементов строк (для нечетного n)

14.

$$T = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 4 & 6 \\ 3 & 1 & 2 & 4 \\ 5 & 3 & 1 & 2 \\ 7 & 5 & 3 & 1 \end{pmatrix}$$

Вернуть одномерный список из диагональных элементов строк

15.

$$T = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 5 & 7 \\ 4 & 1 & 3 & 5 \\ 5 & 4 & 1 & 3 \\ 9 & 5 & 4 & 1 \end{pmatrix}$$

Вернуть одномерный список из сумм первого и последнего элементов

строк

16.

$$T = \begin{pmatrix} 2 & 3 & 4 & 5 \\ 3 & 4 & 5 & 6 \\ 4 & 5 & 6 & 7 \\ 5 & 6 & 7 & 8 \end{pmatrix}$$

Вернуть одномерный список из первых, вторых, третьих ... элементов строк



## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №6

### ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ОБРАБОТКА СПИСКОВ

Выполнить обработку списков через любые функции высших порядков: **map, reduce, filter, any** и т.п., а также **list comprehension**

#### Варианты:

1. Дан список из произвольных элементов. Найти наиболее часто встречающийся элемент.
2. Дублировать элементы списка количество дублей задается.  
(a b c) => (a a a b b b c c c) .
3. Отсортировать список списков в соответствии с длиной подсписков:  
((a b c) (d e) (f g h) (d e) (i j k l) (m n) (o)) =>  
((o) (d e) (d e) (m n) (a b c) (f g h) (i j k l))
4. Отсортировать список списков в соответствии с длиной подсписков:  
сортировка по частотности длины  
((a b c) (d e) (f g h) (d e) (i j k l) (m n) (o)) =>  
((i j k l) (o) (a b c) (f g h) (d e) (d e) (m n))
5. Выполнить преобразование списка.  
(a a a a b c c a a d e e e e) => ((4 a) (1 b) (2 c)  
(2 a) (1 d) (4 e))
6. Задан набор символов и число n. Написать функцию, которая возвращает список всех строк длины n, состоящих из этих символов и не содержащих двух одинаковых символов, идущих подряд. Не допускается использование циклов.  
(a, b, c), n=2 -> (ab ac ba bc ca cb) с точностью до перестановки.
7. Проверить, является ли список палиндромом.
8. Преобразовать двухуровневый список в одноуровневый.
9. Удалить повторяющиеся элементы списка.  
(a a a a b c c a a d e e e e) => (a b c a d e)

10. Поместить повторяющиеся элементы списка в подписки.  
 $(a\ a\ a\ a\ b\ c\ c\ a\ a\ d\ e\ e\ e\ e) \Rightarrow ((a\ a\ a\ a)\ (b)\ (c\ c)\ (a\ a)\ (d)\ (e\ e\ e\ e))$
11. Определите функцию, которая в одноуровневом списке чисел  $s$  представляет все отрицательные элементы в начало списка, например,  
 $(4\ -8\ 6\ -9\ -7) \rightarrow (-8\ -9\ -7\ 4\ 6)$ .
12. Вычислить количество чисел в списке
13. Выполнить попарные перестановки элементов списка  
 $(a\ b\ d\ f\ b\ a\ c) \rightarrow (b\ a\ f\ d\ a\ b\ c)$
14. Добавить заданный элемент  $s$  на каждое  $K$ -е место
15. Определить функцию, разбивающую список на пары:  
 $(a\ b\ c\ d) \rightarrow ((a\ b)\ (c\ d))$
16. Для заданного числового списка построить новый список, в котором вначале находятся все отрицательные элементы, а затем неотрицательные.
17. Два множества представлены списками. Найти пересечение множеств.
18. Два множества представлены списками. Найти вычитание множеств.
19. Два множества представлены списками. Найти объединение множеств.
20. Дан список из положительных чисел, построить список, элементами которого являются количество единиц в исходном списке, количество двоек и т.д. до максимального значения числа в исходном списке:  
 $(2\ 1\ 1\ 3\ 1\ 3\ 5) \rightarrow (3\ 1\ 2\ 0\ 1)$
21. Из данного списка удалить все элементы, которые являются списками длиной более  $K$ .
22. Дан список из положительных чисел, построить список, элементами которого являются количество единиц в исходном списке, количество двоек и т.д. до максимального значения числа в исходном списке:  
 $(2\ 1\ 1\ 3\ 1\ 3\ 5) \rightarrow (3\ 1\ 2\ 0\ 1)$
23. Из данного списка удалить все элементы, которые являются списками

длиной более K.

24. Дан список, число и произвольное s-выражение. Поставить s-выражение в список перед элементом, номер которого равен числу:

$(a\ b\ c\ d),\ t,\ 3 \rightarrow (a\ b\ t\ c\ d)$

25. Написать функцию, превращающую список в множество, т.е. удаляющую все повторяющиеся элементы:

$(a\ b\ a\ b\ b\ c\ a) \rightarrow (a\ b\ c)$

26. Написать функцию, проверяющую, является ли список множеством, т.е. каждый элемент в нем должен встречаться по одному разу.

27. Проверить, состоят ли два списка из одних и тех же элементов.

28. Дан список и число N. Разбить список на подсписки длины N:

$(a\ b\ (c\ d)\ 1\ 2\ nil)\ 4 \rightarrow ((a\ b\ (c\ d)\ 1)\ (2\ nil))$

29. Дан одноуровневый список, состоящий из чисел. Построить список из последовательных сумм элементов.

$(a_1, a_2, a_3, \dots, a_n) \rightarrow$   
 $(a_1, a_1+a_2, a_1+a_2+a_3, \dots, a_1+a_2+\dots+a_n)$

30. Для двухуровневого списка вернуть подсписок максимальной длины.

31. Для одноуровневого списка удалить элемент, стоящий следом за заданным

$(a\ b\ a\ b\ b\ c\ a),\ a \rightarrow (a\ a\ b\ c\ a)$

32. Написать функцию, вычисляющую произведение всех элементов одноуровневого числового списка в предположении, что отсутствует операция умножения и можно использовать лишь сложение.

33. Из произвольного списка и числового списка построить новый список:

$(a\ b\ c)\ (1\ 2\ 3) \rightarrow ((a)\ (b\ b)\ (c\ c\ c))$

34. Даны два множества, представленные списками. Проверить, является ли первое множество подмножеством второго.

35. Построить список, определяющий сколько раз встречается каждый элемент в списке:

$(a\ b\ a\ c\ b\ c\ a\ b\ d) \rightarrow ((a\ 3)\ (b\ 3)\ (c\ 2)\ (d\ 1))$

36. Даны два числовых списка. Построить третий список, количество элементов которого равно длине второго списка и каждый элемент равен количеству элементов первого списка, меньших соответствующего элемента второго списка:  
(1 7 3 0 2) (3 7 10)  $\rightarrow$  (3 4 5)
37. Написать функцию, удаляющую из списка каждый K-й элемент.
38. Дан список и числа N и M. Вырезать из списка подпоследовательность от элемента N до элемента M:  
(a b c d e) 2 4  $\rightarrow$  (b c d)
39. Есть список целых чисел. Требуется получить из него список пар с началами и концами непрерывных подпоследовательностей.  
Например,  
(1, 2, 3, 5, 6, 11)  $\rightarrow$  ((1, 3), (5, 6), (11, 11))
40. Даны два списка чисел, которые могут содержать до 100000 чисел каждый. Посчитайте, сколько чисел содержится одновременно как в первом списке, так и во втором.
41. Даны два списка чисел, которые могут содержать до 10000 чисел каждый. Выведите все числа, которые входят как в первый, так и во второй список, в порядке возрастания.
42. Дан список чисел. Выведите все элементы списка, которые больше предыдущего элемента.

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ № 8**

### **РЕКУРСИВНАЯ ОБРАБОТКА СПИСКОВ НА ПРОЛОГЕ**

**Задание:** Написать базу, для рекурсивной обработки списков в среде SWI-Prolog.

Код программ и тестовые примеры привести в отчете. Быть готовым пояснить любой вопрос по тексту кода.

**Варианты:**

Варианты заданий взять те же, что и для лабораторной работы № 2.