

Лабораторная работа №3  
**«Графики. Операции над графиками»**

Выполнили студенты группы 121701:  
Воронцов Р., Липский Р., Протас А., Силибин С.

## Постановка задачи:

- Даны два графика. Найти их пересечение, объединение, разность, симметрическую разность, инверсию, композицию, дополнение.

## Уточнение постановки задачи:

- Элементами графиков  $A$  и  $B$  являются кортежи длины 2, обе компоненты которых являются натуральными числами не больше 100, вводимые пользователем.
- Мощность обоих графиков должна быть целым неотрицательным числом не больше 100.
- Производятся только операции объединения, пересечения, разность, симметрическая разность, дополнение, декартово произведение.
- $U = M \times M$ , где  $M = \{i \mid i \in \mathbb{N}, i = \overline{1, 100}\}$ , где  $\mathbb{N}$  – множество натуральных чисел

## Определения:

- *Множество* – любое собрание определенных и различимых объектов, мыслимое нами как единое целое.
- *Пустое множество* – множество, не содержащее ни одного элемента.
- *Мощность множества* – количество элементов множества.
- *Объединение множеств* – множество, которому принадлежат все элементы исходных множеств.
- *Пересечение множеств* – множество, которому принадлежат те и только те элементы, которые одновременно принадлежат обоим исходным множествам.
- *Разность множеств* – множество, в которое входят все элементы первого множества, не входящие во второе множество.
- *Симметрическая разность* – множество, включающее все элементы исходных множеств, не принадлежащие одновременно обоим исходным множествам.
- *Декартово произведение* – множество, элементами которого являются все возможные упорядоченные пары элементов исходных множеств.
- Множество  $A'$  называется *дополнением* множества  $A$  до некоторого универсального множества  $U$ , если оно состоит из элементов, принадлежащих множеству  $U$  и не принадлежащих множеству  $A$ .

- *Кортеж* – упорядоченный набор компонент (элементов).
- *Пара* – кортеж длины два.
- *График* – множество, все элементы которого являются парами.
- *Пустой* график – график, не содержащий ни одной пары.
- Пара  $\langle c, d \rangle$  называется *инверсией* пары  $\langle a, b \rangle$ , если  $c = b, d = a$ ;
- *Инверсия графика*  $A$  – это множество инверсий всех пар из  $A$ .
- График  $R$  называется *композицией* двух графиков  $A$  и  $B$ , а также  $\langle x, y \rangle \in R$  тогда и только тогда, когда  $\exists z$  такое, что  $\langle x, z \rangle \in A$  &  $\langle z, y \rangle \in B$ ;

# Алгоритм

## 1. Задание множеств

### 1.1. Пользователь задает график А:

1.1.1. Пользователь задаёт мощность графика А.

1.1.2. Пользователь вводит пары графика А.

### 1.2. Пользователь задает график В:

1.2.1. Пользователь задаёт мощность графика В.

1.2.2. Пользователь вводит пары графика В.

## 2. Пользователь задает операцию над графиками А и В.

2.1. Объединение графиков А и В

2.2. Пересечение графиков А и В

2.3. Разность графиков А и В

2.4. Разность графиков В и А

2.5. Симметрическая разность графиков А и В

2.6. Дополнение графика А

2.7. Дополнение графика В

2.8. Инверсия графика А

2.9. Инверсия графика В

2.10. Композиция графиков А и В

2.11. Композиция графиков В и А

2.12. Если пользователь хочет найти объединение графиков А и В, то переходим к пункту 3.

2.13. Если пользователь хочет найти пересечение графиков А и В, то переходим к пункту 4.

2.14. Если пользователь хочет найти разность графиков А и В, то переходим к пункту 5.

2.15. Если пользователь хочет найти разность графиков В и А, то переходим к пункту 6.

2.16. Если пользователь хочет найти симметрическую разность графиков А и В, то переходим к пункту 7.

2.17. Если пользователь хочет найти дополнение графика А, то переходим к пункту 8.

- 2.18. Если пользователь хочет найти дополнение графика В, то переходим к пункту 9.
- 2.19. Если пользователь хочет найти инверсию графика А, то переходим к пункту 10.
- 2.20. Если пользователь хочет найти инверсию графика В, то переходим к пункту 11.
- 2.21. Если пользователь хочет найти композицию графиков А и В, то переходим к пункту 12.
- 2.22. Если пользователь хочет найти композицию графиков В и А, то переходим к пункту 13.

### **3. Объединение графиков А и В.**

- 3.1. Создаём пустой график D.
- 3.2. Каждый элемент графика А переносим в график D.
- 3.3. Возьмём первую пару графика В.
- 3.4. Возьмём первую пару графика D.
- 3.5. Проверим, неравны ли пары:
  - 3.5.1. Если первый элемент взятой пары графика В не равен первому элементу взятой пары графика С, переходим к пункту 3.7.
  - 3.5.2. Если второй элемент взятой пары графика В не равен второму элементу взятой пары графика С, переходим к пункту 3.7.
- 3.6. Переходим к пункту 3.11.
- 3.7. Если взятая пара графика D – последняя, переходим к пункту 3.10.
- 3.8. Если взятая пара графика D – не последняя, то возьмём следующую пару графика D.
- 3.9. Перейдём к пункту 3.5.
- 3.10. Добавим взятую пару графика В в график D.
- 3.11. Если взятая пара графика В – последняя, то переходим, то переходим к пункту 14.
- 3.12. Если взятая пара графика В – не последняя, то возьмём следующую пару графика В.
- 3.13. Перейдём к пункту 3.4.

### **4. Пересечение графиков А и В.**

- 4.1. Создадим новый пустой график D.
- 4.2. Возьмём первую пару графика А.
- 4.3. Возьмём вторую пару графика В.
- 4.4. Проверим неравны ли пары:

- 4.4.1. Если первый элемент взятой пары графика А не равен первому элементу взятой пары графика В, то переходим к пункту 4.6.
- 4.4.2. Если второй элемент взятой пары графика А не равен второму элементу взятой пары графика В, то переходим к пункту 4.6.
- 4.5. Добавляем взятую пару графика А во множество D и переходим к пункту 4.9.
- 4.6. Если взятая пара графика В – последняя, то переходим к пункту 4.9.
- 4.7. Если взятая пара графика В – не последняя, то возьмём следующий элемент графика В.
- 4.8. Перейдём к пункту 4.4.
- 4.9. Если взятая пара графика А – последняя, то переходим к пункту 14.
- 4.10. Если взятая пара графика А – не последний, то возьмём следующую пару графика А.
- 4.11. Перейдём к пункту 4.3.
- 5. Разность графиков А и В.**
  - 5.1. Создадим пустой график D.
  - 5.2. Возьмём первую пару графика А.
  - 5.3. Возьмём первую пару графика В.
  - 5.4. Проверим равны ли графики:
    - 5.4.1. Если первый элемент взятой пары графика А не равен первому элементу взятой пары графика В, перейдём к пункту 5.5.
    - 5.4.2. Если второй элемент взятой пары графика А равен второму элементу взятой пары графика В, перейдём к пункту 5.9.
  - 5.5. Если взятая пара графика В является последней, перейдём к пункту 5.8.
  - 5.6. Если взятая пара графика В не является последней, возьмём следующую пару графика В.
  - 5.7. Перейдём к пункту 5.4.
  - 5.8. Добавляем взятую пару графика А в график D.
  - 5.9. Если взятая пара графика А является последней, перейдём к пункту 14.
  - 5.10. Если взятая пара графика А не является последней, возьмём следующую пару графика А.
  - 5.11. Перейдём к пункту 5.3.
- 6. Разность графиков В и А.**

- 6.1. Создадим пустой график D.
- 6.2. Возьмём первую пару графика B.
- 6.3. Возьмём первую пару графика A.
- 6.4. Проверим равны ли графики:
  - 6.4.1. Если первый элемент взятой пары графика B не равен первому элементу взятой пары графика A, перейдём к пункту 5.5.
  - 6.4.2. Если второй элемент взятой пары графика B равен второму элементу взятой пары графика A, перейдём к пункту 5.9.
- 6.5. Если взятая пара графика A является последней, перейдём к пункту 5.8.
- 6.6. Если взятая пара графика A не является последней, возьмём следующую пару графика A.
- 6.7. Перейдём к пункту 5.4.
- 6.8. Добавляем взятую пару графика B в график D.
- 6.9. Если взятая пара графика B является последней, перейдём к пункту 14.
- 6.10. Если взятая пара графика B не является последней, возьмём следующую пару графика B.
- 6.11. Перейдём к пункту 5.3.

## **7. Симметрическая разность графиков A и B.**

- 7.1. Разность графиков A и B.
  - 7.1.1. Создадим пустой график C.
  - 7.1.2. Возьмём первую пару графика A.
  - 7.1.3. Возьмём первую пару графика B.
  - 7.1.4. Проверим равны ли графики:
    - 7.1.4.1. Если первый элемент взятой пары графика A не равен первому элементу взятой пары графика B, перейдём к пункту 7.1.5.
    - 7.1.4.2. Если второй элемент взятой пары графика A равен второму элементу взятой пары графика B, перейдём к пункту 7.1.9.
  - 7.1.5. Если взятая пара графика B является последней, перейдём к пункту 7.1.8.
  - 7.1.6. Если взятая пара графика B не является последней, возьмём следующую пару графика B.
  - 7.1.7. Перейдём к пункту 7.1.4.
  - 7.1.8. Добавляем взятую пару графика A в график D.

7.1.9. Если взятая пара графика А является последней, перейдём к пункту 7.1.12.

7.1.10. Если взятая пара графика А не является последней, возьмём следующую пару графика А.

7.1.11. Перейдём к пункту 7.1.3.

7.1.12.  $C$  – разность графиков А и В.

## 7.2. Разность графиков В и А.

7.2.1. Создадим пустой график F.

7.2.2. Возьмём первую пару графика В.

7.2.3. Возьмём первую пару графика А.

7.2.4. Проверим равны ли графики:

7.2.4.1. Если первый элемент взятой пары графика В не равен первому элементу взятой пары графика А, перейдём к пункту 7.2.5.

7.2.4.2. Если второй элемент взятой пары графика В равен второму элементу взятой пары графика А, перейдём к пункту 7.2.9.

7.2.5. Если взятая пара графика А является последней, перейдём к пункту 7.2.8.

7.2.6. Если взятая пара графика А не является последней, возьмём следующую пару графика А.

7.2.7. Перейдём к пункту 7.2.4.

7.2.8. Добавляем взятую пару графика В в график F.

7.2.9. Если взятая пара графика В является последней, перейдём к пункту 7.2.12.

7.2.10. Если взятая пара графика В не является последней, возьмём следующую пару графика В.

7.2.11. Перейдём к пункту 7.2.3.

7.2.12.  $F$  – разность графиков В и А.

## 7.3. Объединение графиков С и F.

7.3.1. Создаём пустой график D.

7.3.2. Каждый элемент графика С переносим в график D.

7.3.3. Возьмём первую пару графика F.

7.3.4. Возьмём первую пару графика D.

7.3.5. Проверим, неравны ли пары:

7.3.5.1. Если первый элемент взятой пары графика F не равен первому элементу взятой пары графика D, переходим к пункту 7.3.7.



7.3.5.2. Если второй элемент взятой пары графика F не равен второму элементу взятой пары графика D, переходим к пункту 7.3.7.

7.3.6. Переходим к пункту 7.3.11.

7.3.7. Если взятая пара графика D – последняя, переходим к пункту 7.3.10.

7.3.8. Если взятая пара графика D – не последняя, то возьмём следующую пару графика D.

7.3.9. Перейдём к пункту 7.3.5.

7.3.10. Добавим взятую пару графика F в график D.

7.3.11. Если взятая пара графика F – последняя, то переходим, то переходим к пункту 14.

7.3.12. Если взятая пара графика F – не последняя, то возьмём следующую пару графика F.

7.3.13. Перейдём к пункту 7.3.4.

## 8. Дополнение графика A.

8.1. Зададим график U.

8.1.1.

8.1.1.1. Присвоим значение  $x = 1$ .

8.1.1.2. Присвоим значение  $y = 1$ .

8.1.2.

8.1.2.1. Если значение  $x$  больше 100, перейдём к пункту 8.2.

8.1.2.2. Если значение  $y$  больше 100, перейдём к пункту 8.1.3.

8.1.2.3. Перейдём к пункту 8.1.5.

8.1.3.  $x = x + 1$

8.1.4.  $y = 0$

8.1.5.  $y = y + 1$

8.1.6. Создадим пару  $f$ , где первая компонента будет равна  $x$ , а вторая компонента будет равна  $y$ .

8.1.7. Добавим созданную пару в график U.

8.1.8. Перейдём к пункту 8.1.2.

8.2. Разность графиков U и A.

8.2.1. Создадим пустой график D.

8.2.2. Возьмём первую пару графика U.

8.2.3. Возьмём первую пару графика А.

8.2.4. Проверим равны ли графики:

8.2.5. Если первый элемент взятой пары графика U не равен первому элементу взятой пары графика А, перейдём к пункту 8.2.5.

8.2.6. Если второй элемент взятой пары графика U равен второму элементу взятой пары графика А, перейдём к пункту 8.2.9.

8.2.7. Если взятая пара графика А является последней, перейдём к пункту 8.2.8.

8.2.8. Если взятая пара графика А не является последней, возьмём следующую пару графика А.

8.2.9. Перейдём к пункту 8.2.4.

8.2.10. Добавляем взятую пару графика U в график D.

8.2.11. Если взятая пара графика U является последней, перейдём к пункту 14.

8.2.12. Если взятая пара графика U не является последней, возьмём следующую пару графика U.

8.2.13. Перейдём к пункту 8.2.3.

## 9. Дополнение графика В.

### 9.1. Зададим график U.

9.1.1.

9.1.1.1. Присвоим значение  $x = 1$ .

9.1.1.2. Присвоим значение  $y = 1$ .

9.1.2.

9.1.2.1. Если значение  $x$  больше 100, перейдём к пункту 9.2.

9.1.2.2. Если значение  $y$  больше 100, перейдём к пункту 9.1.3.

9.1.2.3. Перейдём к пункту 9.1.5.

9.1.3.  $x = x + 1$

9.1.4.  $y = 0$

9.1.5.  $y = y + 1$

9.1.6. Создадим пару  $f$ , где первая компонента будет равна  $x$ , а вторая компонента будет равна  $y$ .

9.1.7. Добавим созданную пару в график U.

9.1.8. Перейдём к пункту 9.1.2.

### 9.2. Разность графиков U и В.

9.2.1. Создадим пустой график D.

9.2.2. Возьмём первую пару графика U.

9.2.3. Возьмём первую пару графика B.

9.2.4. Проверим равны ли графики:

9.2.5. Если первый элемент взятой пары графика U не равен первому элементу взятой пары графика B, перейдём к пункту 8.2.5.

9.2.6. Если второй элемент взятой пары графика U равен второму элементу взятой пары графика B, перейдём к пункту 8.2.9.

9.2.7. Если взятая пара графика B является последней, перейдём к пункту 8.2.8.

9.2.8. Если взятая пара графика B не является последней, возьмём следующую пару графика B.

9.2.9. Перейдём к пункту 8.2.4.

9.2.10. Добавляем взятую пару графика U в график D.

9.2.11. Если взятая пара графика U является последней, перейдём к пункту 14.

9.2.12. Если взятая пара графика U не является последней, возьмём следующую пару графика U.

9.2.13. Перейдём к пункту 8.2.3.

## **10. Инверсия графика A.**

10.1. Создадим пустой график D.

10.2. Возьмём первую пару графика A.

10.3. Создадим пару  $f$ , где первая компонента будет равна второй компоненте взятой пары графика A, а вторая компонента будет равна первой компоненте взятой пары графика A.

10.4. Добавляем пару  $f$  в график D.

10.5. Если взятая пара графика A является последней, переходим к пункту 10.8.

10.6. Выбираем следующая пару графика A.

10.7. Переходим к пункту 10.3.

10.8. Переходим к пункту 14.

## **11. Инверсия графика B.**

11.1. Создадим пустой график D.

11.2. Возьмём первую пару графика B.

- 11.3. Создадим пару  $f$ , где первая компонента будет равна второй компоненте взятой пары графика  $B$ , а вторая компонента будет равна первой компоненте взятой пары графика  $B$ .
- 11.4. Добавляем пару  $f$  в график  $D$ .
- 11.5. Если взятая пара графика  $B$  является последней, переходим к пункту 10.8.
- 11.6. Выбираем следующая пару графика  $B$ .
- 11.7. Переходим к пункту 10.3.
- 11.8. Переходим к пункту 14.

## **12. Композиция графиков $A$ и $B$ .**

- 12.1. Создадим пустой график  $D$ .
- 12.2. Возьмём первую пару графика  $A$ .
- 12.3. Возьмём первую пару графика  $B$ .
- 12.4. Если вторая компонента взятой пары графика  $A$  не равна первой компоненте взятой пары графика  $B$ , переходим к пункту 12.7.
- 12.5. Создадим пару  $f$ , где первая компонента будет равна первой компоненте взятой пары графика  $A$ , а вторая компонента будет равна второй компоненте взятой пары графика  $B$ .
- 12.6.
  - 12.6.1. Если график  $D$  – пустой, перейдём к пункту 12.7.
  - 12.6.2. Возьмём первую пару графика  $D$ .
  - 12.6.3. Если первая компонента пары  $f$  не равна первой компоненте взятой пары графика  $D$ , переходим к пункту 12.7.
  - 12.6.4. Если вторая компонента пары  $f$  равна второй компоненте взятой пары графика  $D$ , переходим к пункту 12.8.
- 12.7. Добавим пару  $f$  в график  $D$ .
- 12.8. Если выбранная пара графика  $B$  является последней, переходим к пункту 12.10.
- 12.9. Если выбранная пара графика  $B$  не является последней, выбираем следующую пару графика  $B$ .
- 12.10. Переходим к пункту 12.4.
- 12.11. Если выбранная пара графика  $A$  является последней, переходим к пункту 14.
- 12.12. Если выбранная пара графика  $A$  не является последней, выбираем следующую пару графика  $A$ .

12.13.Переходим к пункту 12.4.

### **13. Композиция графиков В и А.**

13.1. Создадим пустой график D.

13.2. Возьмём первую пару графика В.

13.3. Возьмём первую пару графика А.

13.4. Если вторая компонента взятой пары графика В не равна первой компоненте взятой пары графика А, переходим к пункту 13.7.

13.5. Создадим пару  $f$ , где первая компонента будет равна первой компоненте взятой пары графика В, а вторая компонента будет равна второй компоненте взятой пары графика А.

13.6.

13.6.1. Если график D – пустой, перейдём к пункту 13.7.

13.6.2. Возьмём первую пару графика D.

13.6.3. Если первая компонента пары  $f$  не равна первой компоненте взятой пары графика D, переходим к пункту 13.7.

13.6.4. Если вторая компонента пары  $f$  равна второй компоненте взятой пары графика D, переходим к пункту 13.8.

13.7. Добавим пару  $f$  в график D.

13.8. Если выбранная пара графика А является последней, переходим к пункту 13.10.

13.9. Если выбранная пара графика А не является последней, выбираем следующую пару графика А.

13.10.Переходим к пункту 13.4.

13.11.Если выбранная пара графика В является последней, переходим к пункту 14.

13.12.Если выбранная пара графика В не является последней, выбираем следующую пару графика В.

13.13.Переходим к пункту 13.4.

### **14. Выведем на экран полученный график D.**

### **15. Завершаем алгоритм.**