

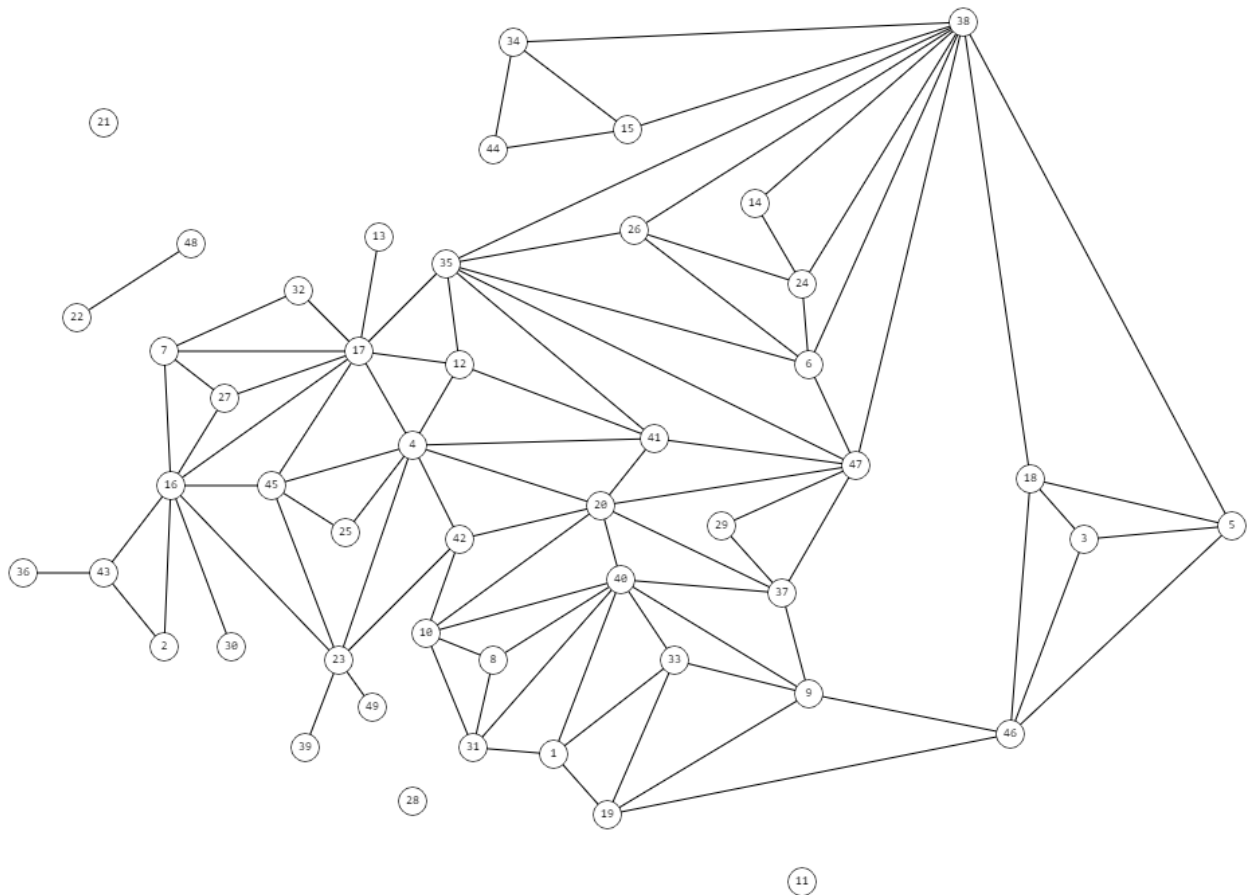
//Граф Европы

Граф Европы $G^* = \langle V, E \rangle$ определен следующим образом: каждая вершина $v \in V$ это Европейская страна; две вершины смежны ($\{u, v\} \in E$), если соответствующие им страны имеют сухопутную границу. Пусть G будет максимальная компонента связности G^* .

Ниже необходимые рисунки и ответы на задания ДЗ, а весь код алгоритмов, которые я использовла для решения и подробные решения, [здесь](#).

//Task 1.

Построить G^* с минимальным пересечением ребер.



//Task2.

Вычислить $|V|$, $|E|$, $\delta(G) = \min \deg(v)$, $\Delta(G) = \max \deg(v)$, $\text{rad}(G)$, $\text{diam}(G)$, $\text{center}(G)$, цикломатическое число.

$$|E| = 93, \quad |V| = 49$$

$$\delta(G) = 1, \quad \Delta(G) = 10$$

$$\text{rad}(G) = 4, \quad \text{diam}(G) = 8, \quad \text{center}(G) = \{35\}$$

$$z = 49$$

Вывод кода:

-----||| TASK 2 |||-----

Edges count: 93

Vertexes count: 49

Max degree: 10

Min degree: 1

Distance matrix:

```
1. 0633345222-455554312--45455-3615154724513366423-5
2. 6063542564-335512574--25342-5253653254354316264-3
3. 3605135424-453354124--63635-4645333732734564513-7
4. 3350432332-124421441--14132-3332342423221135142-2
5. 3514024424-342243123--52524-3544322631633453412-6
6. 4433203433-232232242--41413-2443421521532343331-5
7. 5252430554-224411463--24331-4251542343343325253-3
8. 2543445021-455544432--35455-3515254624413256433-4
9. 2623235202-454454212--44445-2625143713513365412-5
10. 2442434120-344433431--24344-3414243523312145332-3
11. -----0-----
12. 4341322443-023321352--23222-3342431432331234242-3
13. 5352432554-204421463--34332-4352542443443335253-4
14. 5534224544-340243243--51524-3554522631643453432-6
15. 5534224544-342043243--52524-3554512631643451432-6
16. 5152431453-224401463--14231-4142542243243215153-2
17. 4241321443-113310352--23221-3241431332332224142-3
18. 3514124424-342243023--52524-3544322631633453412-6
19. 1724246313-564465203--54546-3726144823624475513-6
20. 2441323221-233332330--23233-2423232512311144231-3
21. -----0-----
22. -----0-----1-
23. 4261542342-235512552--05242-4233453334132126153-1
24. 5534214544-341243243--50514-3554522631643453432-6
25. 4361543443-235522552--25043-4343453434332236153-3
26. 5433213544-232232243--41403-3453521531542443332-5
27. 5252431554-224411463--24330-4252542343343325253-3
28. -----0-----
29. 3543324323-343343332--43434-0534332612522354431-5
30. 6263542564-335512574--25342-5053653354354326264-3
31. 1543445121-455544422--35455-3505254624413256433-4
32. 5352431554-224421463--34332-4350542443443335253-4
33. 1633345212-455554312--45455-3625054724513366423-5
34. 5534224544-342143243--52524-3554502631643451432-6
35. 4332212433-122221242--32312-2342420421431333231-4
36. 7274653675-446623685--36453-6364764065465417375-4
37. 2532324212-343343321--33334-1524232602412254321-4
38. 4423113433-231132132--41413-2443411520532342321-5
39. 5372653453-346623663--16353-5344564445043237264-2
40. 1532334111-344443321--34344-2514143613402255322-4
41. 3441323332-133332341--23223-2433331522320244241-3
```

42. 3 3 5 1 4 3 3 2 3 1 - 2 3 4 4 2 2 4 4 1 - - 1 4 2 4 3 - 3 3 2 3 3 4 3 4 2 3 2 2 2 0 3 5 2 4 2 - 2
 43. 6 1 6 3 5 4 2 5 6 4 - 3 3 5 5 1 2 5 7 4 - - 2 5 3 4 2 - 5 2 5 3 6 5 3 1 5 4 3 5 4 3 0 6 2 6 4 - 3
 44. 6 6 4 5 3 3 5 6 5 5 - 4 5 3 1 5 4 3 5 4 - - 6 3 6 3 5 - 4 6 6 5 6 1 3 7 4 2 7 5 4 5 6 0 5 4 3 - 7
 45. 4 2 5 1 4 3 2 4 4 3 - 2 2 4 4 1 1 4 5 2 - - 1 4 1 3 2 - 4 2 4 2 4 4 2 3 3 3 2 3 2 2 2 5 0 5 3 - 2
 46. 2 6 1 4 1 3 5 3 1 3 - 4 5 3 3 5 4 1 1 3 - - 5 3 5 3 5 - 3 6 3 5 2 3 3 7 2 2 6 2 4 4 6 4 5 0 3 - 6
 47. 3 4 3 2 2 1 3 3 2 2 - 2 3 2 2 3 2 2 3 1 - - 3 2 3 2 3 - 1 4 3 3 3 2 1 5 1 1 4 2 1 2 4 3 3 3 0 - 4
 48. ----- 1 ----- 0 -
 49. 5 3 7 2 6 5 3 4 5 3 - 3 4 6 6 2 3 6 6 3 - - 1 6 3 5 3 - 5 3 4 4 5 6 4 4 4 5 2 4 3 2 3 7 2 6 4 - 0

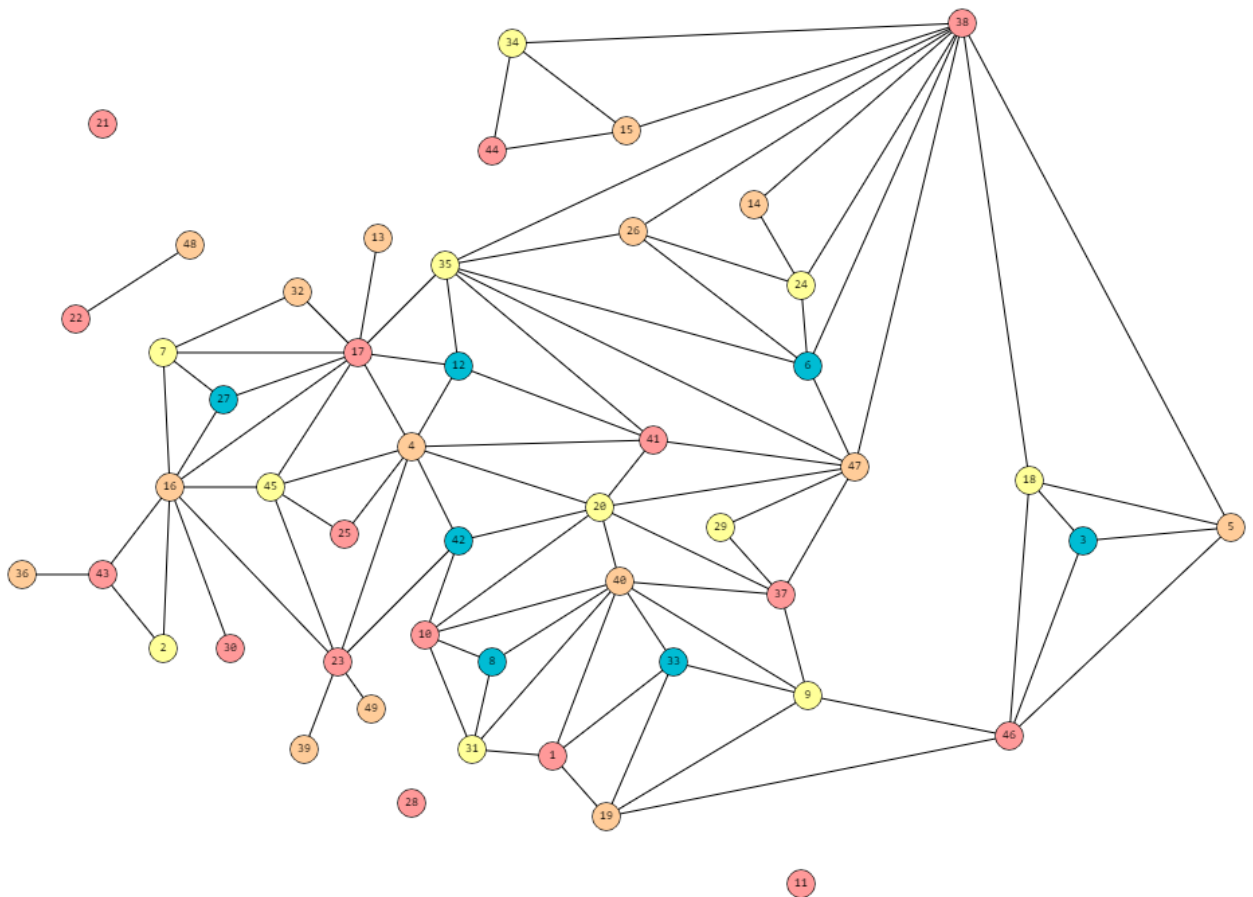
Diameter: 8, Radius: 4

Center: 35

//Task3.

Вычислите хроматическое число $\chi(G)$.

$\chi(G) = 4$



Вывод кода:

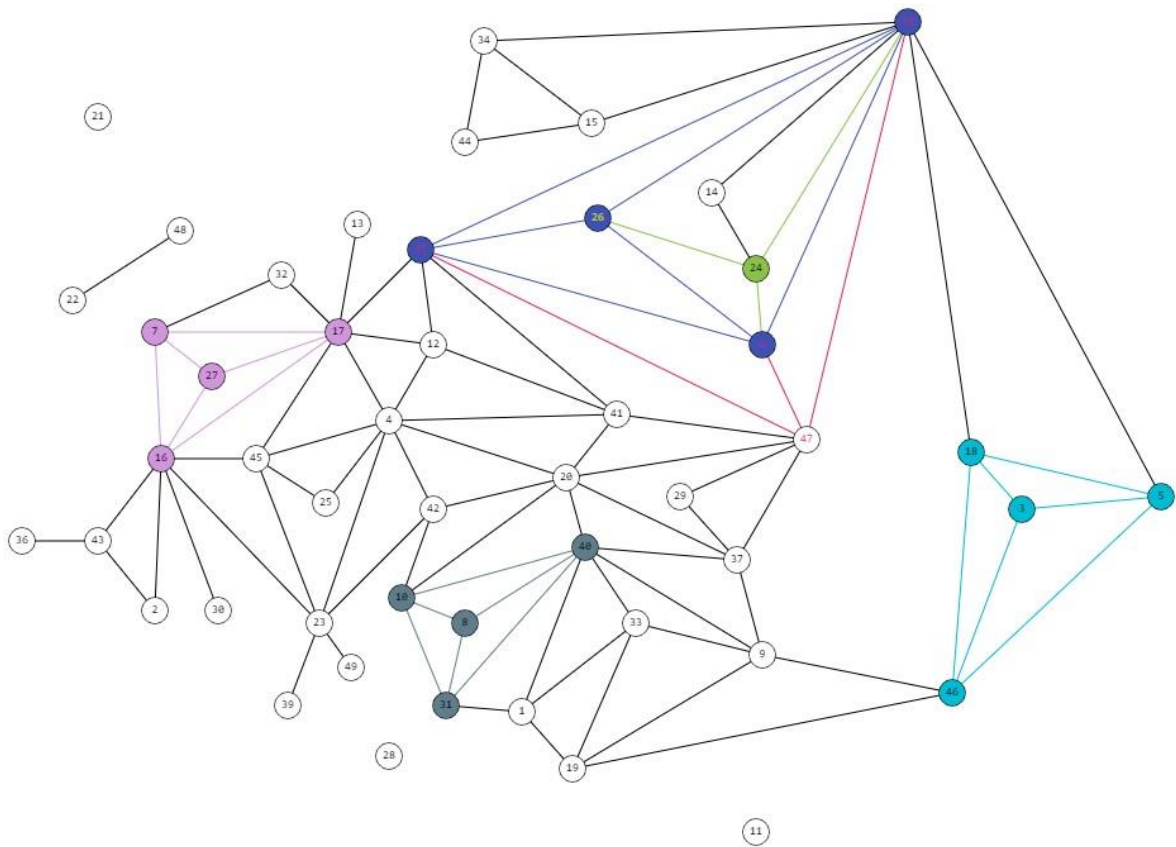
-----||| TASK 3 |||-----

Chromatic number: 4

//Task4.

Найдите максимальную клику $Q \subseteq V$ of G .

Размер максимальной клики $|Q| = 4$, таких клик 6



Вывод кода:

-----||| TASK 4 |||-----

Cliques:

3 5 18 46

6 24 26 38

6 26 35 38

6 35 38 47

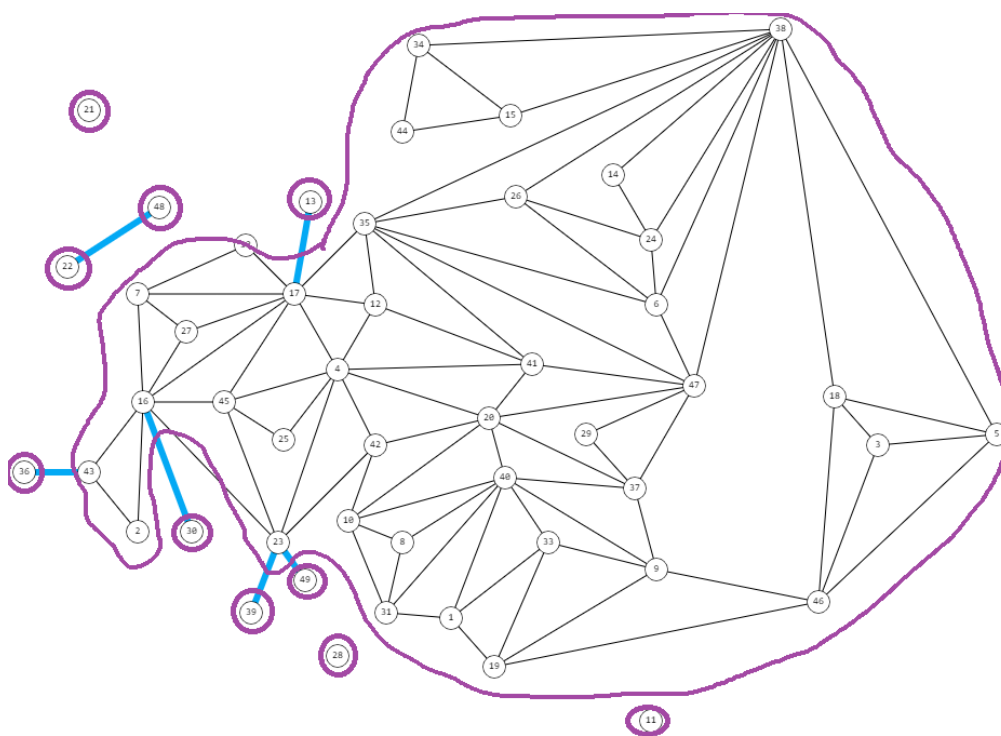
7 16 17 27

8 10 31 40

Перечислите все компоненты вершинной двусвязности и постройте граф блоков и точек сочленения графа G^* .

The graph displays a complex network of 48 nodes, numbered 1 through 48. Nodes 15, 25, and 35 are highlighted in blue. The graph shows a complex, interconnected structure with several clusters and a central hub-like area. The nodes are connected by numerous edges, forming a dense network. The layout is somewhat circular, with nodes 15, 25, and 35 positioned in the upper left quadrant, and nodes 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48 distributed around them.

$$\{(36, 43)\}, \{(23, 49)\}, \{(22, 48)\}, \{(17, 13)\}, \{(23, 39)\}, \{(1, 19), (1, 31), (1, 33), (1, 40), (2, 16), (2, 43), (3, 5), (3, 18), (3, 46), (4, 12), (4, 17), (4, 20), (4, 23), (4, 25), (4, 41), (4, 42), (4, 45), (5, 18), (5, 38), (5, 46), (6, 24), (6, 26), (6, 35), (6, 38), (6, 47), (7, 16), (7, 17), (7, 27), (7, 32), (8, 10), (8, 31), (8, 40), (9, 19), (9, 33), (9, 37), (9, 40), (9, 46), (10, 20), (10, 31), (10, 40), (10, 42), (12, 17), (12, 35), (12, 41), (14, 24), (14, 38), (16, 17), (16, 23), (16, 27), (16, 30), (16, 43), (16, 45), (17, 27), (17, 32), (17, 35), (17, 45), (18, 38), (18, 46), (19, 33), (19, 46), (20, 37), (20, 40), (20, 41), (20, 42), (20, 47), (23, 45), (24, 26), (24, 38), (25, 45), (26, 35), (26, 38), (29, 37), (29, 47), (31, 40), (33, 40), (34, 44), (35, 38), (35, 41), (35, 47), (37, 40), (37, 47), (38, 47), (41, 47)\}$$

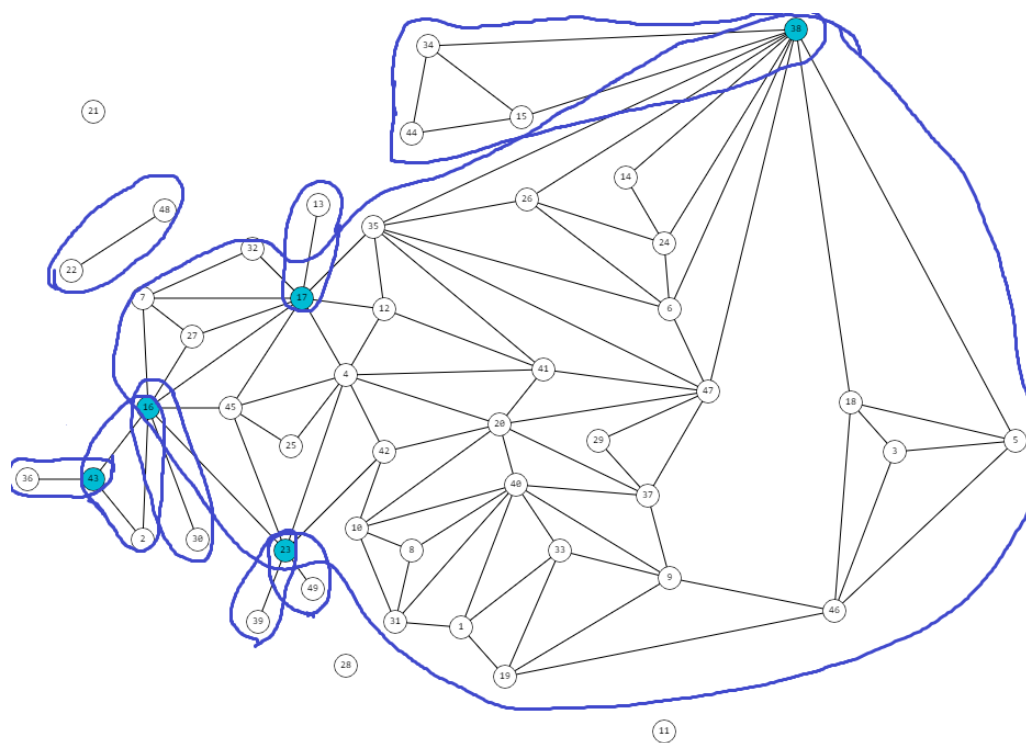


Граф трансформации по вершинной двусвязности: (вершины пронумерованы в порядке множеств в разбиении)

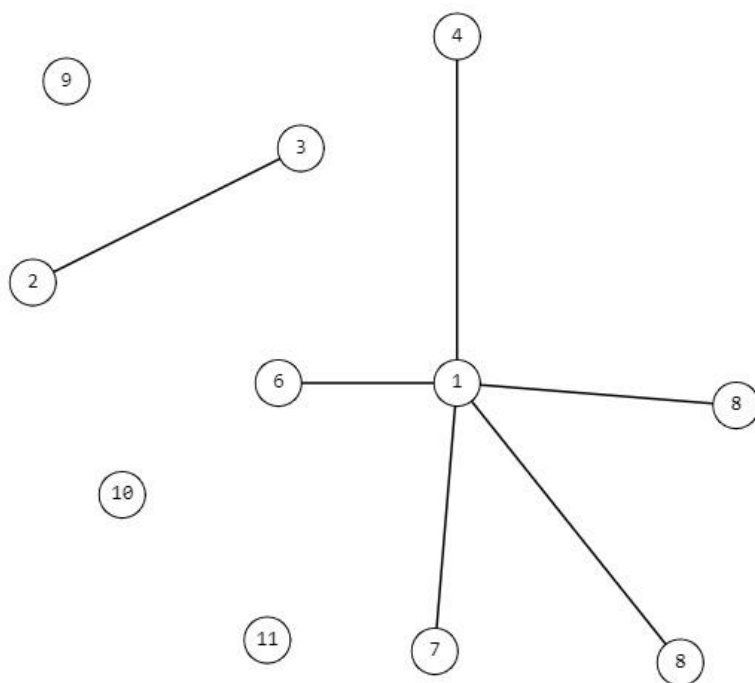
Перечислите все компоненты реберной двусвязности и постройте граф компонент реберной двусвязности графа G^* .

-----||| TASK 7 |||-----

$$\begin{aligned} < G^* > = \\ = & \left\{ \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 31, 32, 33, 34, 35\}, \right. \\ & \left. \{37, 38, 40, 41, 42, 43\}, \{22\}, \{48\}, \right. \\ & \left. \{13\}, \{30\}, \{36\}, \{39\}, \{49\}, \{21\}, \{28\}, \{11\} \right\} \end{aligned}$$



Граф трансформации по реберной двусвязности (вершины пронумерованы в порядке множеств в разбиении):



//Task9

Добавить веса на ребра, равные расстоянию между столицами двух стран. Найдите минимальное остовное дерево T для G.

Веса ребёр:

AddWeightedEdge(1, 19, 501.4);	AddWeightedEdge(7, 17, 651.2);
AddWeightedEdge(1, 33, 153.5);	AddWeightedEdge(7, 27, 187.7);
AddWeightedEdge(1, 31, 132);	AddWeightedEdge(8, 10, 289.4);
AddWeightedEdge(1, 40, 391.2);	AddWeightedEdge(8, 31, 172.1);
AddWeightedEdge(2, 43, 494.3);	AddWeightedEdge(8, 40, 196.9);
AddWeightedEdge(2, 16, 708.3);	AddWeightedEdge(9, 37, 296.2);
AddWeightedEdge(3, 5, 452.9);	AddWeightedEdge(9, 40, 329.7);
AddWeightedEdge(3, 18, 170);	AddWeightedEdge(9, 33, 174.1);
AddWeightedEdge(3, 46, 994.5);	AddWeightedEdge(9, 19, 525.5);
AddWeightedEdge(4, 12, 252.8);	AddWeightedEdge(9, 46, 855.1);
AddWeightedEdge(4, 17, 524);	AddWeightedEdge(10, 42, 117);
AddWeightedEdge(4, 45, 685.1);	AddWeightedEdge(10, 20, 300);
AddWeightedEdge(4, 25, 527.7);	AddWeightedEdge(10, 40, 368.2);
AddWeightedEdge(4, 23, 765.5);	AddWeightedEdge(10, 31, 457.6);
AddWeightedEdge(4, 42, 276.6);	AddWeightedEdge(12, 17, 279.7);
AddWeightedEdge(4, 20, 214.7);	AddWeightedEdge(12, 41, 292.1);
AddWeightedEdge(4, 41, 57.3);	AddWeightedEdge(12, 35, 518.5);
AddWeightedEdge(5, 18, 447.6);	AddWeightedEdge(13, 17, 356.8);
AddWeightedEdge(5, 38, 1930.3);	AddWeightedEdge(24, 14, 279.6);
AddWeightedEdge(5, 46, 1445.4);	AddWeightedEdge(38, 14, 870.4);
AddWeightedEdge(6, 38, 677.5);	AddWeightedEdge(15, 38, 895);
AddWeightedEdge(6, 24, 403.6);	AddWeightedEdge(15, 44, 397.4);
AddWeightedEdge(6, 26, 172.1);	AddWeightedEdge(15, 34, 790.6);
AddWeightedEdge(6, 35, 476.9);	AddWeightedEdge(16, 17, 879);
AddWeightedEdge(6, 47, 434.2);	AddWeightedEdge(16, 27, 288);
AddWeightedEdge(7, 32, 173);	AddWeightedEdge(16, 45, 436.3);
AddWeightedEdge(7, 16, 265.1);	AddWeightedEdge(16, 23, 1106.6);

```
AddWeightedEdge(16, 43, 1052.5);
AddWeightedEdge(17, 32, 577.6);
AddWeightedEdge(17, 27, 602.4);
AddWeightedEdge(17, 45, 752.3);
AddWeightedEdge(17, 35, 519.5);
AddWeightedEdge(18, 38, 1648);
AddWeightedEdge(18, 46, 1026);
AddWeightedEdge(19, 46, 819);
AddWeightedEdge(19, 33, 487.8);
AddWeightedEdge(20, 41, 160.1);
AddWeightedEdge(20, 42, 381.7);
AddWeightedEdge(20, 40, 317.3);
AddWeightedEdge(20, 37, 644.1);
AddWeightedEdge(23, 49, 2.7);
AddWeightedEdge(23, 39, 227);
AddWeightedEdge(23, 45, 689.6);
AddWeightedEdge(23, 42, 489.5);
AddWeightedEdge(24, 38, 844.6);
AddWeightedEdge(24, 26, 262.4);
```

```
AddWeightedEdge(25, 45, 158.8);
AddWeightedEdge(26, 38, 792.8);
AddWeightedEdge(26, 35, 394);
AddWeightedEdge(29, 47, 400.7);
AddWeightedEdge(29, 37, 357.6);
AddWeightedEdge(30, 16, 690.2);
AddWeightedEdge(31, 40, 281);
AddWeightedEdge(33, 40, 323.2);
AddWeightedEdge(34, 44, 418.8);
AddWeightedEdge(34, 38, 1649.8);
AddWeightedEdge(35, 38, 1154.3);
AddWeightedEdge(35, 47, 691.6);
AddWeightedEdge(35, 41, 530.4);
AddWeightedEdge(36, 43, 503.9);
AddWeightedEdge(37, 47, 746.8);
AddWeightedEdge(37, 40, 450);
AddWeightedEdge(38, 47, 756.6);
AddWeightedEdge(41, 47, 1004.6);
AddWeightedEdge(47, 20, 901.4);
```

Вывод кода:

-----||| TASK 9 |||-----

```
Edge (23, 49) with weight: 2.7
Edge (4, 41) with weight: 57.3
Edge (10, 42) with weight: 117
Edge (1, 31) with weight: 132
Edge (1, 33) with weight: 153.5
Edge (25, 45) with weight: 158.8
Edge (20, 41) with weight: 160.1
Edge (3, 18) with weight: 170
Edge (8, 31) with weight: 172.1
Edge (6, 26) with weight: 172.1
Edge (7, 32) with weight: 173
```

Edge (9, 33) with weight: 174.1
Edge (7, 27) with weight: 187.7
Edge (8, 40) with weight: 196.9
Edge (23, 39) with weight: 227
Edge (4, 12) with weight: 252.8
Edge (24, 26) with weight: 262.4
Edge (7, 16) with weight: 265.1
Edge (4, 42) with weight: 276.6
Edge (24, 14) with weight: 279.6
Edge (12, 17) with weight: 279.7
Edge (8, 10) with weight: 289.4
Edge (9, 37) with weight: 296.2
Edge (13, 17) with weight: 356.8
Edge (29, 37) with weight: 357.6
Edge (26, 35) with weight: 394
Edge (15, 44) with weight: 397.4
Edge (29, 47) with weight: 400.7
Edge (34, 44) with weight: 418.8
Edge (6, 47) with weight: 434.2
Edge (16, 45) with weight: 436.3
Edge (5, 18) with weight: 447.6
Edge (19, 33) with weight: 487.8
Edge (23, 42) with weight: 489.5
Edge (2, 43) with weight: 494.3
Edge (36, 43) with weight: 503.9
Edge (4, 25) with weight: 527.7
Edge (6, 38) with weight: 677.5
Edge (30, 16) with weight: 690.2
Edge (2, 16) with weight: 708.3
Edge (19, 46) with weight: 819
Edge (15, 38) with weight: 895
Edge (3, 46) with weight: 994.5

Total weight of MST: 15387.2

//Task10.

Закодируйте кодом Прюфера и бинарным кодом граф T .

Реализация в коде.

Вывод кода:

-----||| TASK 10 |||-----

Prufer Code: 17 16 23 11 3 2 45 40 25 6 15 6 15 43 25 5 42 22 7 3 1 15 44 14 37 5 46 24 3 41 18 32 28 36
8 32 0 30 7 9 4

1 22

Binary Code: 1 1 1 0 1 1 1 1 1 0 0 1 1 1 0 0 0 1 1 1 1 0 1 0 0 1 0 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 1 0 0 0 0 0 0 1 1
1 1 1 1

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