Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт цифрового развития
Кафедра инфокоммуникаций

ОТЧЕТ
ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №6
дисциплины «Алгоритмизация»

Выполнил:
Епифанов Алексей Александрович
2 курс, группа ИВТ-б-о-22-1,
09.03.01 «Информатика и
вычислительная техника»,
направленность (профиль)
«Программное обеспечение средств
вычислительной
техники и автоматизированных систем
», очная форма обучения

_____
(подпись)

Руководитель практики:
Воронкин Роман Александрович

_____
(подпись)

Отчет защищен с оценкой _____ Дата защиты_____

Ставрополь, 2023 г.

Порядок выполнения работы:

1. Написал программу по задаче покрытия точек отрезками единичной длины двумя способами: обычным (pointscover1) и улучшенным (pointscover2) алгоритмами

```
algoritm6 > program > main.py > ...
import random as rnd
import matplotlib.pyplot as plt


def plot_segments(point, s):
    plt.xlabel('Координаты')
    plt.title("Графическое представление")
    for i in s:
        d = [0, 0]
        plt.plot(i, d, color="blue", linewidth=40, solid_capstyle='butt')
    plt.plot(point, [0 for _ in range(len(point))], linestyle='None',
             marker='|', markersize=60, color="red")
    # Убрать ось y
    ax = plt.gca()
    ax.set_yticks([])
    plt.show()


def pointscover1(s):
    segment = []
    while (len(s) > 0):
        xm = min(s)
        segment.append([xm, xm+1])
        i = 0
        while i < len(s):
            if segment[-1][0] <= s[i] <= segment[-1][1]:
                s.pop(i)
            else:
                i += 1
    return segment
```

```
algoritm6 > program > main.py > ...


def pointscover2(s):
    segment = []
    s.sort()
    i = 0
    while i < len(s):
        xm = s[i]
        segment.append([xm, xm+1])
        i += 1
        while i < len(s) and s[i] <= xm+1:
            i += 1
    return segment


s = [rnd.randint(0, 100)/10 for i in range(20)]
s2 = s.copy()
print("Множество точек:", s)

seg = pointscover1(s)
print("Множество отрезков 1:", seg)

s = s2
seg = pointscover2(s)
print("Множество отрезков 2:", seg)

print("Минимальное количество отрезков, \
которыми можно покрыть данное множество точек = ", len(seg))

plot_segments(s2, seg)
```

Рисунок 1. Код программы main

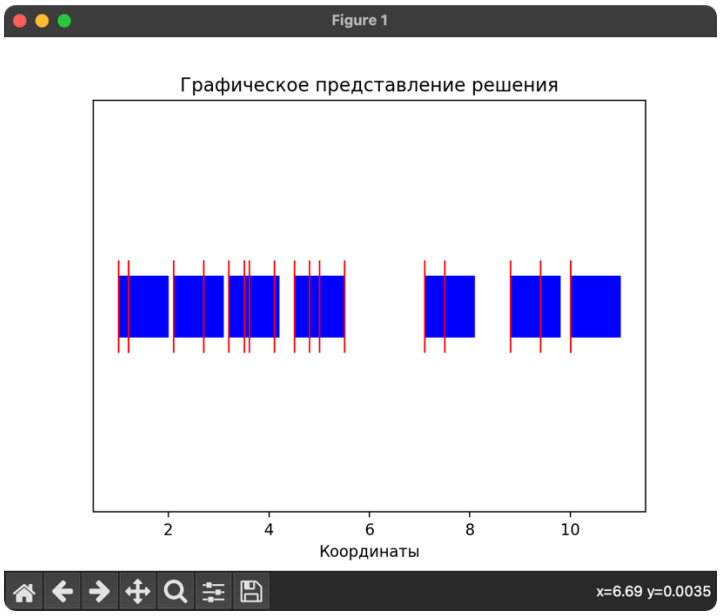
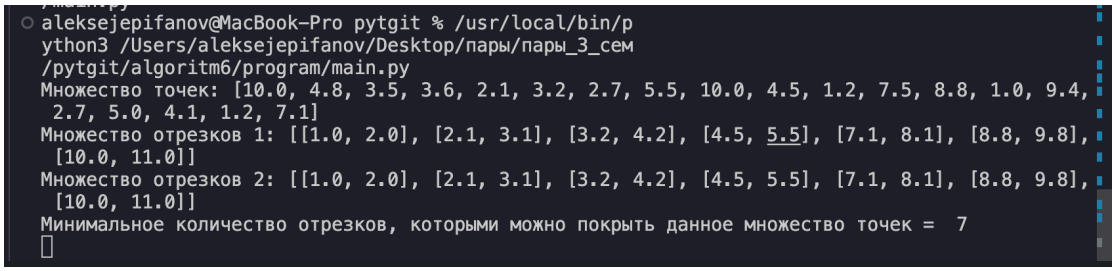


Рисунок 2. Графическое представление точек и полученных отрезков



```
aleksejepifanov@MacBook-Pro pytgit % /usr/local/bin/p
ython3 /Users/aleksejepifanov/Desktop/пары/пары_3_сем
/pytgit/algoritm6/program/main.py
Множество точек: [10.0, 4.8, 3.5, 3.6, 2.1, 3.2, 2.7, 5.5, 10.0, 4.5, 1.2, 7.5, 8.8, 1.0, 9.4,
 2.7, 5.0, 4.1, 1.2, 7.1]
Множество отрезков 1: [[1.0, 2.0], [2.1, 3.1], [3.2, 4.2], [4.5, 5.5], [7.1, 8.1], [8.8, 9.8],
 [10.0, 11.0]]
Множество отрезков 2: [[1.0, 2.0], [2.1, 3.1], [3.2, 4.2], [4.5, 5.5], [7.1, 8.1], [8.8, 9.8],
 [10.0, 11.0]]
Минимальное количество отрезков, которыми можно покрыть данное множество точек =  7
```

Рисунок 3. Вывод программы main в терминал

2. Написал программу по задаче о выборе заявок, в которой требуется найти максимальное количество попарно не пересекающихся отрезков двумя способами: обычным (actsel1) и улучшенным (actsel2) алгоритмами

```python
from random import randint
import matplotlib.pyplot as plt


def plot_segments(s, sol):
    plt.xlabel('Координаты')
    plt.ylabel('Отрезки')
    k = 40
    for i in s:

        d1 = [k, k]
        plt.plot(i, d1, color="blue", linewidth=10, solid_capstyle='butt')
        k -= 10
    d2 = [50, 50]
    for k in range(len(sol)):
        plt.plot(sol[k], d2, color="red", linewidth=10, solid_capstyle='butt')
    # Убрать ось y
    ax = plt.gca()
    ax.set_yticks([])


def actsel1(s):
    solution = []
    while len(s) > 0:
        m = min(x[1] for x in s)
        minindex = next(i for i in range(len(s)) if m == s[i][1])
        d = s[minindex]
        solution.append(d)
        i = 0
        while i < len(s):
            if s[i][0] <= d[1]:
                s.pop(i)
            else:
                i += 1
    return solution
```

```python
            i += 1
    return solution


def actsel2(s):
    s.sort(key=lambda x: x[1])
    solution = [s[0]]
    for i in s:
        if i[0] > solution[-1][1]:
            solution.append(i)
    return solution


s = [[a, randint(a+1, 1100)] for a in (randint(0, 1000) for _ in range(20))]
cps = s.copy()

plt.figure(1)
plt.title("графическое представление решения обычного алгоритма")
print("Массив отрезков: ", s)
sol = actsel1(s)
s = cps.copy()
print("\nНепересекающиеся отрезки: ", sol)
plot_segments(s, sol)

print("\n\t\t----------\t\t\n")
s = cps.copy()
plt.figure(2)
plt.title("графическое представление решения улучшенного алгоритма")
sol = actsel2(s)
print("Массив сортированных отрезков: ", s)
print("\nНепересекающиеся сортированные отрезки: ", sol)
plot_segments(s, sol)

plt.show()
```

Рисунок 4. Код программы ActSel

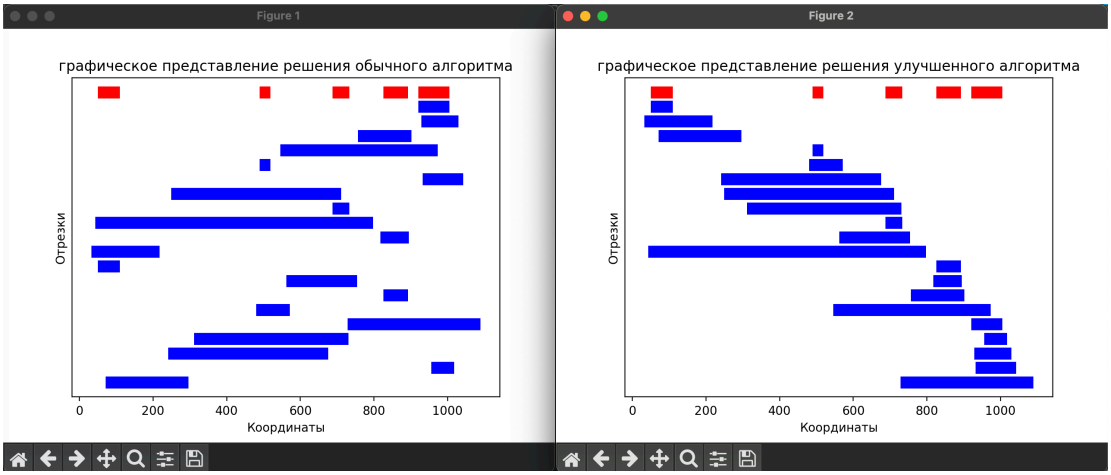
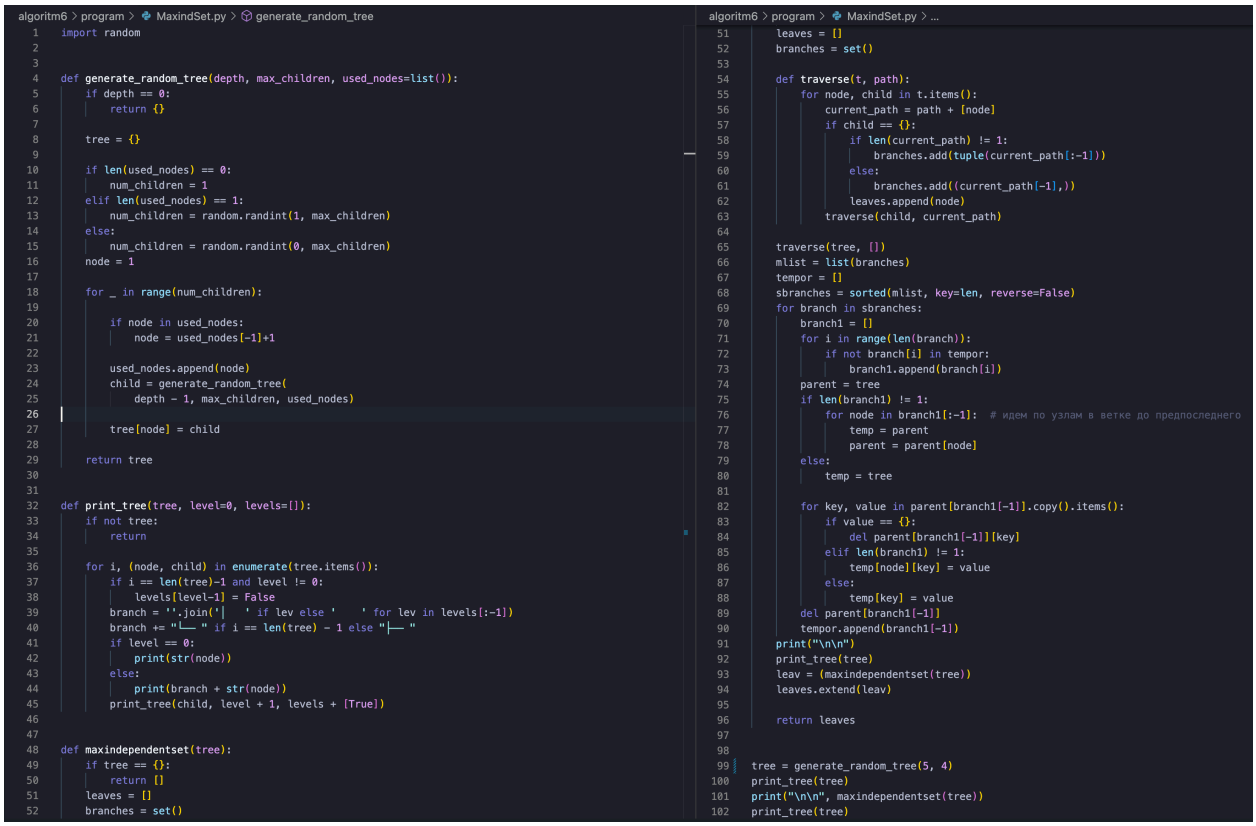


Рисунок 5. Графическое представление решения задачи обоих алгоритмов

```
aleksejepifanov@MacBook-Pro pytgit % /usr/local/bin/python3 /Users/aleksejepifanov/Desktop/пар
ы/пары_3_сем/pytgit/algoritm6/program/ActSel.py
Массив отрезков:  [[921, 1005], [929, 1029], [757, 902], [546, 973], [490, 519], [932, 1042],
[250, 711], [687, 733], [43, 798], [818, 895], [33, 218], [50, 110], [562, 754], [826, 892], [
480, 572], [729, 1089], [312, 731], [241, 676], [956, 1018], [71, 296]]

Непересекающиеся отрезки:  [[50, 110], [490, 519], [687, 733], [826, 892], [921, 1005]]

                ----------

Массив сортированных отрезков:  [[50, 110], [33, 218], [71, 296], [490, 519], [480, 572], [241
, 676], [250, 711], [312, 731], [687, 733], [562, 754], [43, 798], [826, 892], [818, 895], [75
7, 902], [546, 973], [921, 1005], [956, 1018], [929, 1029], [932, 1042], [729, 1089]]

Непересекающиеся сортированные отрезки:  [[50, 110], [490, 519], [687, 733], [826, 892], [921,
 1005]]
```

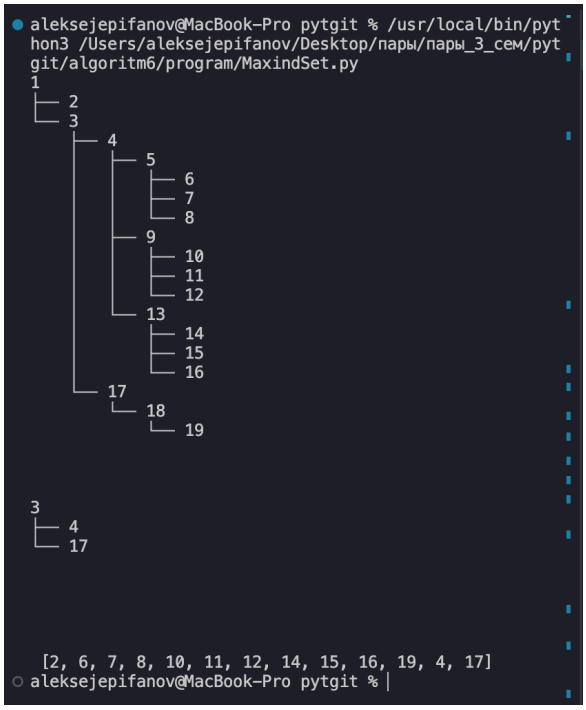
Рисунок 6. Вывод программы ActSel в терминал

3. Написал программу по задаче планирования вечеринки в кампании, в которой требуется по заданному дереву определить независимое множество (множество не соединённых друг с другом вершин) максимального размера



```python
import random


def generate_random_tree(depth, max_children, used_nodes=list()):
    if depth == 0:
        return {}

    tree = {}

    if len(used_nodes) == 0:
        num_children = 1
    elif len(used_nodes) == 1:
        num_children = random.randint(1, max_children)
    else:
        num_children = random.randint(0, max_children)
    node = 1

    for _ in range(num_children):

        if node in used_nodes:
            node = used_nodes[-1]+1

        used_nodes.append(node)
        child = generate_random_tree(
            depth - 1, max_children, used_nodes)

        tree[node] = child

    return tree


def print_tree(tree, level=0, levels=[]):
    if not tree:
        return

    for i, (node, child) in enumerate(tree.items()):
        if i == len(tree)-1 and level != 0:
            levels[level-1] = False
        branch = ''.join('|   ' if lev else '    ' for lev in levels[:-1])
        branch += "└── " if i == len(tree) - 1 else "├── "
        if level == 0:
            print(str(node))
        else:
            print(branch + str(node))
        print_tree(child, level + 1, levels + [True])


def maxindependentset(tree):
    if tree == {}:
        return []
    leaves = []
    branches = set()

    def traverse(t, path):
        for node, child in t.items():
            current_path = path + [node]
            if child == {}:
                if len(current_path) != 1:
                    branches.add(tuple(current_path[:-1]))
                else:
                    branches.add((current_path[-1],))
                leaves.append(node)
            traverse(child, current_path)

    traverse(tree, [])
    mlist = list(branches)
    tempor = []
    sbranches = sorted(mlist, key=len, reverse=False)
    for branch in sbranches:
        branch1 = []
        for i in range(len(branch)):
            if not branch[i] in tempor:
                branch1.append(branch[i])
        parent = tree
        if len(branch1) != 1:
            for node in branch1[:-1]:  # идем по узлам в ветке до предпоследнего
                temp = parent
                parent = parent[node]
        else:
            temp = tree

        for key, value in parent[branch1[-1]].copy().items():
            if value == {}:
                del parent[branch1[-1]][key]
            elif len(branch1) != 1:
                temp[node][key] = value
            else:
                temp[key] = value
        del parent[branch1[-1]]
        tempor.append(branch1[-1])
    print("\n\n")
    print_tree(tree)
    leav = (maxindependentset(tree))
    leaves.extend(leav)

    return leaves


tree = generate_random_tree(5, 4)
print_tree(tree)
print("\n\n", maxindependentset(tree))
print_tree(tree)
```

Рисунок 7. Код программы MaxindSet

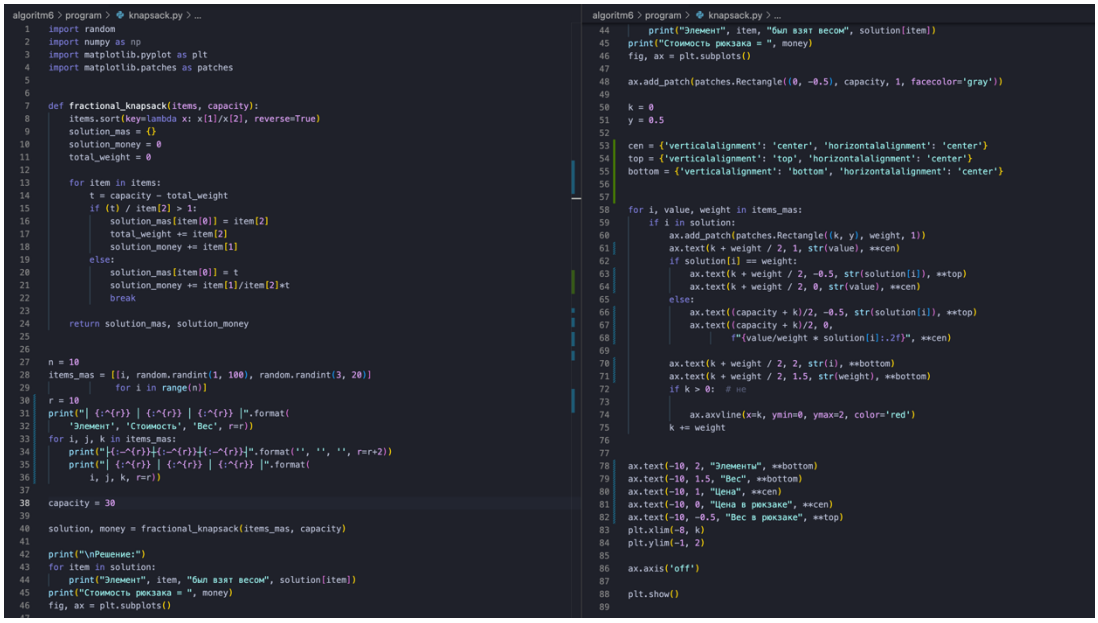


```
aleksejepifanov@MacBook-Pro pytgit % /usr/local/bin/python3 /Users/aleksejepifanov/Desktop/пары/пары_3_сем/pytgit/algoritm6/program/MaxindSet.py
1
├── 2
└── 3
    ├── 4
    │   ├── 5
    │   │   ├── 6
    │   │   ├── 7
    │   │   └── 8
    │   └── 9
    │       ├── 10
    │       ├── 11
    │       └── 12
    └── 13
        ├── 14
        ├── 15
        └── 16
    └── 17
        └── 18
            └── 19



3
├── 4
└── 17



  [2, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 19, 4, 17]
aleksejepifanov@MacBook-Pro pytgit %
```

Рисунок 8. Вывод программы MaxindSet в терминал

Моя программа создает дерево, далее функция maxindependentset находит в нем все листья, и удаляет их вместе с их родительскими элементами из дерева, и выводит новое дерево, которое также проходит через функцию maxindependentset, пока дерево не окажется пустым. В конце программа выводит независимое множество элементов максимального размера.

4. Написал программу по задаче о непрерывном рюкзаке, в которой требуется частями предметов с весами w_i, стоимостями c_i набрать рюкзак фиксированного размера на максимальную стоимость



```python
import random
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import matplotlib.patches as patches


def fractional_knapsack(items, capacity):
    items.sort(key=lambda x: x[1]/x[2], reverse=True)
    solution_mas = {}
    solution_money = 0
    total_weight = 0

    for item in items:
        t = capacity - total_weight
        if (t) / item[2] > 1:
            solution_mas[item[0]] = item[2]
            total_weight += item[2]
            solution_money += item[1]
        else:
            solution_mas[item[0]] = t
            solution_money += item[1]/item[2]*t
            break

    return solution_mas, solution_money


n = 10
items_mas = [[i, random.randint(1, 100), random.randint(3, 20)]
             for i in range(n)]
r = 10
print("| {:^{r}} | {:^{r}} | {:^{r}} |".format(
    'Элемент', 'Стоимость', 'Вес', r=r))
for i, j, k in items_mas:
    print("|{:-^{r}}|{:-^{r}}|{:-^{r}}|".format('', '', '', r=r+2))
    print("| {:^{r}} | {:^{r}} | {:^{r}} |".format(
        i, j, k, r=r))

capacity = 30

solution, money = fractional_knapsack(items_mas, capacity)

print("\nРешение:")
for item in solution:
    print("Элемент", item, "был взят весом", solution[item])
print("Стоимость рюкзака = ", money)
fig, ax = plt.subplots()
```

```python
    print("Элемент", item, "был взят весом", solution[item])
print("Стоимость рюкзака = ", money)
fig, ax = plt.subplots()

ax.add_patch(patches.Rectangle((0, -0.5), capacity, 1, facecolor='gray'))

k = 0
y = 0.5

cen = {'verticalalignment': 'center', 'horizontalalignment': 'center'}
top = {'verticalalignment': 'top', 'horizontalalignment': 'center'}
bottom = {'verticalalignment': 'bottom', 'horizontalalignment': 'center'}


for i, value, weight in items_mas:
    if i in solution:
        ax.add_patch(patches.Rectangle((k, y), weight, 1))
        ax.text(k + weight / 2, 1, str(value), **cen)
        if solution[i] == weight:
            ax.text(k + weight / 2, -0.5, str(solution[i]), **top)
            ax.text(k + weight / 2, 0, str(value), **cen)
        else:
            ax.text((capacity + k)/2, -0.5, str(solution[i]), **top)
            ax.text((capacity + k)/2, 0,
                    f"{value/weight * solution[i]:.2f}", **cen)

        ax.text(k + weight / 2, 2, str(i), **bottom)
        ax.text(k + weight / 2, 1.5, str(weight), **bottom)
        if k > 0:  # не
            ax.axvline(x=k, ymin=0, ymax=2, color='red')
        k += weight


ax.text(-10, 2, "Элементы", **bottom)
ax.text(-10, 1.5, "Вес", **bottom)
ax.text(-10, 1, "Цена", **cen)
ax.text(-10, 0, "Цена в рюкзаке", **cen)
ax.text(-10, -0.5, "Вес в рюкзаке", **top)
plt.xlim(-8, k)
plt.ylim(-1, 2)

ax.axis('off')

plt.show()
```

Рисунок 9. Код программы knapsack

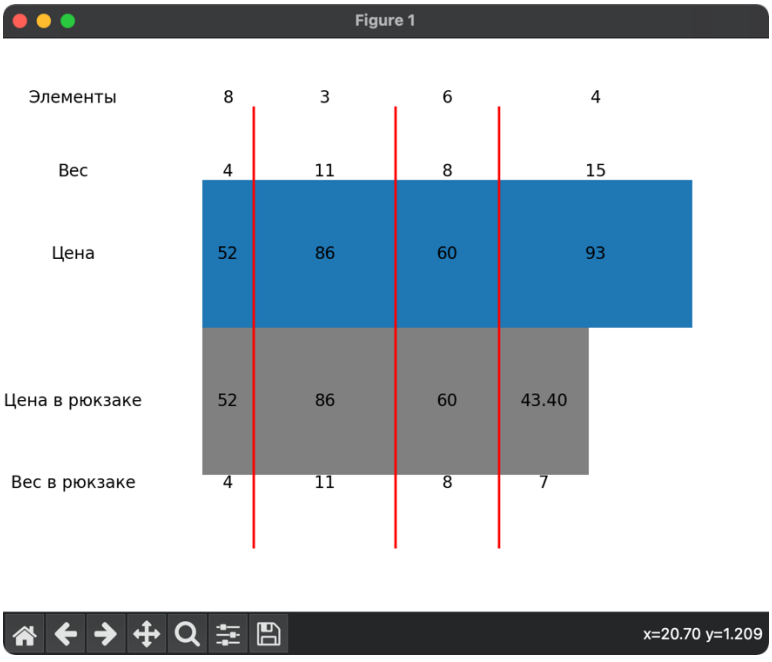


Рисунок 10. Графическое представление решения

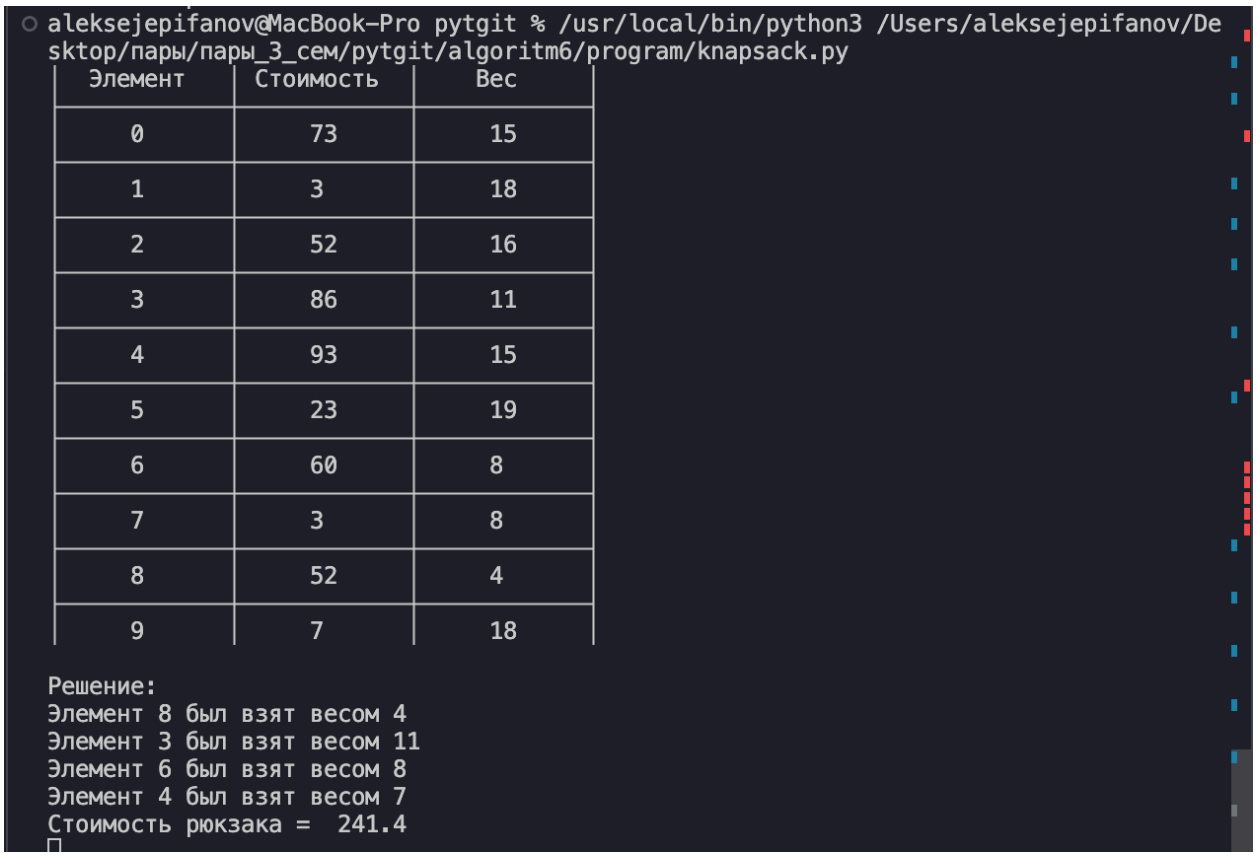


Рисунок 11. Вывод программы knapsack в консоль

В ходе выполнения лабораторной работы были исследованы некоторые из примеров жадных алгоритмов, решающих такие задачи как: задача о покрытии точек минимальным количеством отрезков, задача о нахождении максимального количества попарно непересекающихся отрезков и др. На основании этих примеров можно сделать следующий вывод: жадные алгоритмы действительно строят оптимальное решение благодаря таким идеям, как:

– Надёжный шаг.

Существует оптимальное решение, согласованное с локальным жадным шагом.

– Оптимальность подзадач.

Задача, остающаяся после жадного шага, имеет тот же тип.