

# Отчет по лабораторной работе №14 по Мат Моделированию

## 1-2. Содержательная постановка задачи

14.1 Суть поставленной задачи:

- Придумать матрицу взаимодолгов 15 предприятий.
- Провести взаимозачет для смоделированной ситуации.

14.2 Суть поставленной задачи:

- Придумать матрицу взаимодолгов 20 предприятий.
- Провести взаимозачет для смоделированной ситуации.

## 3. Концептуальная постановка задачи

При разработке данной модели принимаются следующие предположения:

- Проблема неплатежей вызвана исключительно недостатками расчетных процедур, без учета макроэкономических факторов.
- Все задолженности между предприятиями полностью известны и признаются всеми сторонами.
- При осуществлении взаимозачета балансовые значения обязательств и долгов предприятий остаются без изменений.
- Часть долговых обязательств может быть аннулирована, в то время как оставшиеся могут быть перераспределены, то есть у предприятий могут возникнуть новые контрагенты по долговым обязательствам, а часть предыдущих кредиторов и должников исчезнет.

## 4. Математическая постановка задачи

Совокупность долгов описывается кососимметричной матрицей размера  $N \times N$  с нулевой диагональю.

Сумма всех взаимных долгов вычисляется через индивидуальные долги как  $X = \sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^N |x_{nm}|$ .

$X$  служит одной из количественных характеристик финансового положения системы. Если она сопоставима с суммой всех свободных средств, то описываемая этим неравенством ситуация и означает кризис неплатежей (здесь  $x_{nm} \geq 0$  – индивидуальные свободные средства пр

Баланс кредитов и долгов (сальдо) каждого предприятия рассчитывается как  $S_n = \sum_{m=1}^N x_{nm}$ .

Причем, как из этого выражения, очевидно, возможны варианты  $S_n > 0$ ,  $S_n < 0$ ,  $S_n = 0$ .

При  $S_n$  предприятие является в некотором смысле кредитором предприятий-должников, т.е. тех, у кого  $S_n < 0$ .

При  $S_n = 0$  предприятие в отношении долгов "нейтрально". При  $|S_n| = 0$  индивидуальное финансовое состояние предприятия нормальное, поскольку его реальные суммарные долги меньше его свободных средств.

Суммарное абсолютное сальдо системы рассчитывается как  $S = \sum_{n=1}^N |S_n|$ .

Если  $S < X_0$ , то свободных средств в системе больше, чем долгов, и она может успешно функционировать дальше.

Между величинами  $X$  и  $S$  всегда существует определенное соотношение. Для любой произвольной матрицы долгов выполняется неравенство  $X \geq S$ , т.е. суммарный долг не может быть меньше суммарного сальдо.

Задача погашения взаимных долгов состоит в том, чтобы, зная матрицу  $x_{nm}$ , найти матрицу  $x'_{nm}$  "новых" долгов, для которой выполнено неравенство  $X' \leq S$ . Суть макропроцедуры взаимозачета состоит в том, что вместо величин  $x_{nm}$  рассматриваются  $S'_n$ .

Предприятия с  $S_n < 0$  считаются должниками, а предприятия с  $S_n > 0$  - кредиторами. Затем долги предприятий-должников каким-то образом переводятся на кредиторов.

При этом выполняется  $\sum_{n=1}^N S'_n = 0$  и достигается равенство  $X' = S$ .

Такое решение задачи является оптимальным.

Одно из оптимальных решений задается формулой, по которой новые долги вычисляются через старые:  $x'_{nm} = \frac{S_n |S_m| - S_m |S_n|}{S}$ .

Согласно этому алгоритму, долг любого предприятия расписывается по предприятиям-кредиторам в долях, пропорциональных величине его сальдо.

Предприятиям с большим положительным сальдо причитается от каждого из должников большая часть его долгов.

Для предприятий с нулевым сальдо взаимозачет сводится к погашению всех их долгов и всех долгов им.

## 5. Реализация

14.1:

```
import numpy as np

N = 15
X_nm = np.zeros((N, N))

for i in range(N):
    for j in range(N):
        if i != j:
            X_nm[i, j] = 100 - round(100 * np.random.rand()) - 50
            X_nm[j, i] = X_nm[i, j]

with open('results.txt', 'w') as f:

    total_debt = np.sum(np.abs(X_nm))
    f.write(f"Сумма всех взаимных долгов: {total_debt:.0f}\n\n")
    f.write("Кососимметрическая матрица:\n")
    for i in range(N):
        f.write(f"Предприятие {i + 1}: {np.array_str(X_nm[i, :i + 1].astype(int), max_line_width=np.inf)}\n")

    Sn = np.sum(X_nm, axis=1)
    S = np.sum(np.abs(Sn))

    for i in range(N):
        for j in range(N):
            if S != 0:
                X_nm[i, j] = (Sn[i] * np.abs(Sn[j]) - Sn[j] * np.abs(Sn[i])) / S
            else:
                X_nm[i, j] = 0

    total_debt_after_settlement = np.sum(np.abs(X_nm))
    f.write(f"\nСумма всех взаимных долгов после взаимозачета: {total_debt_after_settlement:.5f}\n")
    f.write("Кососимметрическая матрица после взаимозачета:\n")
    for i in range(N):
        f.write(f"Предприятие {i + 1}: {np.array_str(np.round(X_nm[i, :i + 1], 2), max_line_width=np.inf)}\n")

print("Результаты записаны в файл 'results.txt'")
```

14.2:

```

import numpy as np

N = 20
X_nm = np.zeros((N, N))

for i in range(N):
    for j in range(N):
        if i != j:
            X_nm[i, j] = 100 - round(100 * np.random.rand()) - 50
            X_nm[j, i] = X_nm[i, j]

with open('results.txt', 'w') as f:

    total_debt = np.sum(np.abs(X_nm))
    f.write(f"Сумма всех взаимных долгов: {total_debt:.0f}\n\n")
    f.write("Кососимметрическая матрица:\n")
    for i in range(N):
        f.write(f"Предприятие {i + 1}: {np.array_str(X_nm[i, :i + 1].astype(int), max_line_width=np.inf)}\n")

    Sn = np.sum(X_nm, axis=1)
    S = np.sum(np.abs(Sn))

    for i in range(N):
        for j in range(N):
            if S != 0:
                X_nm[i, j] = (Sn[i] * np.abs(Sn[j]) - Sn[j] * np.abs(Sn[i])) / S
            else:
                X_nm[i, j] = 0

    total_debt_after_settlement = np.sum(np.abs(X_nm))
    f.write(f"\nСумма всех взаимных долгов после взаимозачета: {total_debt_after_settlement:.5f}\n")
    f.write("Кососимметрическая матрица после взаимозачета:\n")
    for i in range(N):
        f.write(f"Предприятие {i + 1}: {np.array_str(np.round(X_nm[i, :i + 1], 2), max_line_width=np.inf)}\n")

print("Результаты записаны в файл 'results2.txt'")

```

## 7. Численное исследование модели

14.1:

Сумма всех взаимных долгов: 4596

Кососимметрическая матрица:

Предприятие 1: [0]

Предприятие 2: [34 0]

Предприятие 3: [-14 34 0]

Предприятие 4: [43 3 29 0]

Предприятие 5: [-2 17 14 22 0]

Предприятие 6: [-8 10 34 8 -16 0]

Предприятие 7: [ 44 -11 -1 -38 4 -10 0]

Предприятие 8: [29 19 5 27 -2 28 -3 0]

Предприятие 9: [-35 -34 -20 0 -15 -2 -31 33 0]

Предприятие 10: [-27 -15 41 24 25 16 30 -10 -1 0]

Предприятие 11: [ 19 37 -50 -26 38 -28 -18 -44 10 -17 0]

Предприятие 12: [ -5 -16 -22 41 32 -49 45 47 37 31 -41 0]

Предприятие 13: [ 32 5 -1 -8 33 -27 -6 22 32 -1 -43 -2 0]

Предприятие 14: [ -6 -6 -45 9 1 26 42 -3 10 -48 -22 12 -41 0]

Предприятие 15: [ 30 24 -38 -24 -26 2 8 10 -12 25 0 -10 42 43 0]

Сумма всех взаимных долгов после взаимозачета: 894.74404

Кососимметрическая матрица после взаимозачета:

Предприятие 1: [0.]

Предприятие 2: [0. 0.]

Предприятие 3: [-7.24 -5.46 0. ]

Предприятие 4: [0. 0. 5.95 0. ]

Предприятие 5: [0. 0. 6.76 0. 0. ]

Предприятие 6: [-3.41 -2.57 0. -2.8 -3.18 0. ]

Предприятие 7: [0. 0. 2.97 0. 0. 1.4 0. ]

Предприятие 8: [0. 0. 8.54 0. 0. 4.02 0. 0. ]

Предприятие 9: [-5.97 -4.5 0. -4.9 -5.56 0. -2.45 -7.03 0. ]

Предприятие 10: [0. 0. 3.95 0. 0. 1.86 0. 0. 3.25 0. ]

Предприятие 11: [-39.41 -29.71 0. -32.35 -36.76 0. -16.18 -46.47 0. -21.47 0. ]

Предприятие 12: [ 0. 0. 5.41 0. 0. 2.54 0. 0. 4.45 0. 29.41 0. ]

Предприятие 13: [ 0. 0. 2. 0. 0. 0.94 0. 0. 1.65 0. 10.88 0. 0. ]

Предприятие 14: [-5.97 -4.5 0. -4.9 -5.56 0. -2.45 -7.03 0. -3.25 0. -4.45 -1.65 0. ]

Предприятие 15: [ 0. 0. 4. 0. 0. 1.88 0. 0. 3.29 0. 21.76 0. 0. 3.29 0. ]

14.2:

Сумма всех взаимных долгов: 9116

Кососимметрическая матрица:

Предприятие 1: [0]

Предприятие 2: [18 0]

Предприятие 3: [-16 -17 0]

Предприятие 4: [ 34 -12 18 0]

Предприятие 5: [ 2 1 13 -9 0]

Предприятие 6: [ 21 -18 -24 -20 -34 0]

Предприятие 7: [ 20 2 -44 10 42 23 0]

Предприятие 8: [ 28 6 -14 -8 2 -23 26 0]

Предприятие 9: [-48 -26 46 23 48 -2 17 45 0]

Предприятие 10: [ 36 20 46 37 -35 -28 -39 -36 -31 0]

Предприятие 11: [ 21 42 50 17 27 11 36 4 33 -12 0]

Предприятие 12: [ 21 12 -13 -19 -7 -42 25 -23 -45 28 -9 0]

Предприятие 13: [ 25 35 24 -31 -17 -26 49 -9 -9 -38 -17 -24 0]

Предприятие 14: [ 49 -22 -27 -11 45 -19 -11 42 -11 25 -23 -19 -22 0]

Предприятие 15: [-33 13 -12 -40 13 4 50 26 -2 -40 39 47 40 -4 0]

Предприятие 16: [-46 9 -25 -12 13 36 3 40 43 17 21 -19 14 1 42 0]

Предприятие 17: [-36 -35 3 4 -12 -49 22 -13 -19 -15 -40 -12 -26 15 -35 18 0]

Предприятие 18: [ -2 -25 6 29 22 -38 -18 -43 39 -20 -2 -50 17 -49 -6 -13 -20 0]

Предприятие 19: [ -5 25 -21 20 -7 -40 21 -1 26 -37 27 -6 -25 -49 25 37 -22 -17 0]

Предприятие 20: [ 13 -32 -30 46 -33 -27 0 37 18 12 10 28 21 35 -46 44 -3 29 31 0]

Сумма всех взаимных долгов после взаимозачета: 2472.20558

Кососимметрическая матрица после взаимозачета:

Предприятие 1: [0.]

Предприятие 2: [-0.33 0. ]

Предприятие 3: [-3.01 0. 0. ]

Предприятие 4: [0. 0.24 2.24 0. ]

Предприятие 5: [0. 0.24 2.18 0. 0. ]

Предприятие 6: [-23.98 0. 0. -17.86 -17.39 0. ]

Предприятие 7: [ 0. 0.75 6.9 0. 0. 55. 0. ]

Предприятие 8: [ 0. 0.27 2.54 0. 0. 20.22 0. 0. ]

Предприятие 9: [ 0. 0.46 4.27 0. 0. 34.08 0. 0. 0. ]

Предприятие 10: [ -8.94 0. 0. -6.66 -6.49 0. -20.51 -7.54 -12.71 0. ]

Предприятие 11: [ 0. 0.75 6.93 0. 0. 55.24 0. 0. 0. 20.6 0. ]

Предприятие 12: [-10.32 0. 0. -7.69 -7.49 0. -23.68 -8.7 -14.67 0. -23.78 0. ]

Предприятие 13: [-1.54 0. 0. -1.15 -1.12 0. -3.54 -1.3 -2.2 0. -3.56 0. 0. ]

Предприятие 14: [ -4.47 0. 0. -3.33 -3.24 0. -10.25 -3.77 -6.35 0. -10.3 0. 0. 0. ]

Предприятие 15: [ 0. 0.26 2.39 0. 0. 19.04 0. 0. 0. 7.1 0. 8.2 1.23 3.55 0. ]

Предприятие 16: [ 0. 0.71 6.57 0. 0. 52.42 0. 0. 0. 19.55 0. 22.57 3.38 9.77 0. 0. ]

Предприятие 17: [-22.35 0. 0. -16.65 -16.22 0. -51.27 -18.84 -31.77 0. -51.49 0. 0. 0. -17.75 -48.86 0. ]

Предприятие 18: [-13.09 0. 0. -9.75 -9.49 0. -30.02 -11.03 -18.6 0. -30.15 0. 0. 0. -10.39 -28.61 0. 0. ]

Предприятие 19: [-1.46 0. 0. -1.09 -1.06 0. -3.36 -1.23 -2.08 0. -3.37 0. 0. 0. -1.16 -3.2 0. 0. 0. ]

Предприятие 20: [ 0. 0.49 4.51 0. 0. 35.96 0. 0. 0. 13.41 0. 15.48 2.32 6.71 0. 0. 33.53 19.63 2.19 0. ]