Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет   
«Московский институт электронной техники»

Кафедра высшей математики №1

Тюльников Михаил Сергеевич

Лабораторная работа №7

по теме «Модель взаимозачета долгов предприятий»

Направленность (профиль) «Применение математических методов к решению инженерных и естественнонаучных задач»

Модель взаимозачета долгов предприятий

Студент Тюльников М.С.

Москва 2022

Объект исследования задачи

Экономическая система взаимозачета долгов предприятий

Задача

Моделирование взаимозачета долгов предприятий

# Содержательная постановка задачи

Любая значительная по своим масштабам экономическая система включает в себя десятки тысяч предприятий (фирм, корпораций и т. д.), обменивающихся между собой товарами и услугами. Даже мелкая фирма, имеющая относительно небольшое число непосредственных партнеров, косвенно связана (через связи прямых и вторичных партнеров) с огромным числом предприятий, входящих в систему, и ее благополучие напрямую зависит от их состояния. Это утверждение тем более справедливо для крупных корпораций, поддерживающих партнерство с сотнями и тысячами экономических агентов.

Пусть экономическая система состоит из N предприятий, могущих иметь взаимные долги. Обозначим долги *n*-го предприятия *m*-му через , где (, если первое предприятие должно второму, и в обратном случае). Ясно, что , т. е. совокупность долгов описывается кососимметричной матрицей размера с нулевой диагональю (, поскольку предприятие самому себе должно быть не может).

Сумма всех взаимных долгов вычисляется через индивидуальные долги по простой формуле:

Величина X служит одной из интегральных количественных характеристик финансового положения системы: если она сопоставима с суммой всех свободных средств предприятий *X0*, т. е.

то описываемая неравенством ситуация и означает кризис неплатежей (здесь — индивидуальные свободные средства предприятий).

Еще одна важная характеристика — баланс кредитов и долгов (сальдо) каждого предприятия

причем, как очевидно, возможны варианты . При предприятие является в некотором смысле кредитором предприятии-должников, т. е. тех, у кого (при предприятие в отношении долгов «нейтрально»). При индивидуальное финансовое состояние предприятия по существу нормальное, поскольку его реальные суммарные долги (или кредиты, «данные» им другим) меньше его свободных средств.

Аналогично, суммарное абсолютное сальдо системы

служит макропоказателем ее возможного финансового «здоровья». Если , то свободных средств в системе больше, чем действительных долгов, и потенциально она может успешно функционировать (подобно системе трех предприятий из приведенного выше примера).

Между величинами *X* и *S* всегда существует определенное соотношение. Для любой произвольной матрицы долгов выполняется неравенство

,

т.е. суммарный долг никак не может быть меньше суммарного сальдо.

# Концептуальная постановка задачи

Построение математической модели идеального взаимозачета производится при следующих естественных условиях:

1) все долги известны и признаются предприятиями;

2) при проведении взаимозачета сальдо предприятий *S* остаются неизменными: , т. е. индивидуальное финансовое положение каждого из них в этом смысле не изменяется;

3) часть долгов списывается, а часть переадресовывается, т. е. у предприятий могут появиться новые должники и кредиторы и исчезнуть часть старых.

# Математическая постановка задачи

Предположен метод приведения матрицы взаимозачета предприятий, по которому новые долги вычисляются через старые:

Согласно этому алгоритму долг любого предприятия (равный *Sn*, если *Sn*< 0) расписывается по предприятиям-кредиторам в долях, пропорциональных величинам их сальдо (равным *Sm*, если *Sm* > 0). Предприятиям с большим положительным сальдо причитается от каждого из должников большая часть его долгов, причем в сумме они дают величину *Sm*. Для предприятий с нулевым сальдо взаимозачет сводится к погашению всех их долгов и всех долгов им.  
 Для новых долгов имеем *x’nm* = 0 при *Sn* < 0, *Sm* < 0 либо при *Sn* > 0, *Sm* > 0 (после взаимозачета должники не должны должникам, а кредиторы - кредиторам). Это означает, что число получившихся финансовых связей между предприятиями значительно меньше максимально возможного, когда каждое предприятие является должником или кредитором любого другого, и матрица долгов не имеет нулевых элементов (кроме, разумеется, диагональных).

# Качественный анализ и проверка конкретности модели

# Выбор и обоснование методов решения

Воспользуемся математическими свойствами матриц для проведения процедуры взаимозачета долгов.

# Аналитический (численный) метод

Реализация матрицы долгов предприятий.

function X = matrix(n)

X = randint (n,n,[-100 100]);

for i = 1: n

for j = i:n

if (i == j)

X(i,j) = 0;

else

X(i,j) = -X(j,i);

end

end

end

end

Пересчет на новую систему долгов.

function X1 = Transform(X,S,s,n)

for i = 1: n

for j=1:n

X1(i,j) = (S(i)\*abs(S(j))-S(j)\*abs (S(i)))/s;

end

end

end

n=15;

disp('Первоначальные долги предприятий: ');

X=matrix(n)

figure

bar3(X)

grid on

xlabel ('Предприятия');

ylabel ('Предприятия');

zlabel ('Долги');

title ('Зависимоть долгов от предприятий');

disp('Сумма всех долгов:');

x = sum (sum (abs (X)))

for i=1:n

S(i)=sum(X(i,:));

end

disp('Сальдо каждого предприятия:');

S

disp('Суммарное абсолютное сальдо системы:');

s=sum(abs(S))

disp('Баланс системы:');

s1=sum(S)

disp('Полученные долги предприятий: ');

X\_1=Transform(X,S,s,n)

figure

bar3(X\_1)

grid on

xlabel ('Предприятия');

ylabel ('Предприятия');

zlabel ('Долги');

title ('Зависимоть долгов от предприятий');

disp('Сумма всех долгов:');

x\_1 = sum (sum (abs (X\_1)))

for i=1:n

S\_1(i)=sum(X\_1(i,:));

end

disp('Сальдо каждого предприятия:');

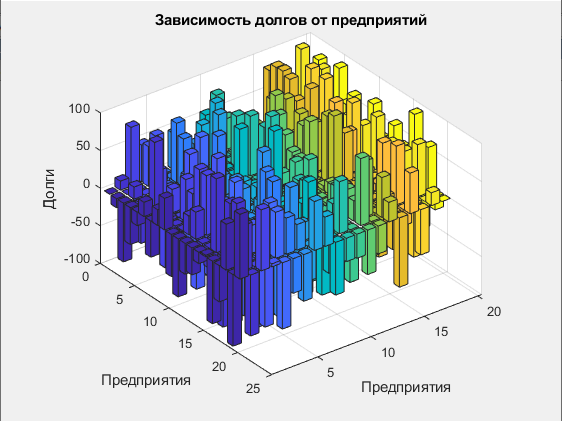
S\_1

disp('Суммарное абсолютное сальдо системы:');

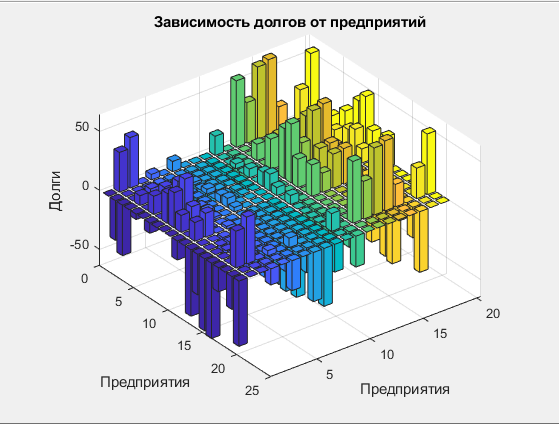
s\_1=sum(abs(S\_1))

disp('Баланс системы:');

s\_11=sum(S\_1)



*Рис.1* Зависимость долгов от предприятий (первоначальные долги).



*Рис.2* Зависимость долгов от предприятий (преобразованные долги)

**Первоначальные долги предприятий:**

X =

0 12 78 49 18 -19 48 -21 -42 56 77 41 36 15 -2 83 48 -61 95 -86

-12 0 -16 53 8 -93 -9 -4 54 2 -25 -36 21 27 -98 93 -77 -83 -60 81

-78 16 0 73 -44 79 -31 1 -56 -43 -81 -79 33 -40 61 94 -49 0 4 -81

-49 -53 -73 0 -15 64 52 -78 95 2 67 -96 -43 0 6 89 -37 92 86 -4

-18 -8 44 15 0 -32 -4 -95 -30 -60 9 14 -65 84 74 66 22 -67 -61 88

19 93 -79 -64 32 0 14 97 -97 67 79 26 61 2 32 -91 -84 90 -48 46

-48 9 31 -52 4 -14 0 -33 -8 -40 -33 65 75 -100 66 94 -12 -77 -34 62

21 4 -1 78 95 -97 33 0 14 4 76 -18 55 23 -17 50 42 -24 47 -65

42 -54 56 -95 30 97 8 -14 0 -19 96 15 38 68 65 15 82 -20 6 -39

-56 -2 43 -2 60 -67 40 -4 19 0 -94 -6 35 79 -22 -56 15 82 47 70

-77 25 81 -67 -9 -79 33 -76 -96 94 0 42 -35 -39 87 49 55 -34 -69 31

-41 36 79 96 -14 -26 -65 18 -15 6 -42 0 -57 6 93 65 -45 5 70 32

-36 -21 -33 43 65 -61 -75 -55 -38 -35 35 57 0 15 -29 -30 -36 -27 -89 59

-15 -27 40 0 -84 -2 100 -23 -68 -79 39 -6 -15 0 -23 -17 -8 -74 47 37

2 98 -61 -6 -74 -32 -66 17 -65 22 -87 -93 29 23 0 19 10 27 -53 -26

-83 -93 -94 -89 -66 91 -94 -50 -15 56 -49 -65 30 17 -19 0 70 -17 48 92

-48 77 49 37 -22 84 12 -42 -82 -15 -55 45 36 8 -10 -70 0 -78 22 -54

61 83 0 -92 67 -90 77 24 20 -82 34 -5 27 74 -27 17 78 0 69 60

-95 60 -4 -86 61 48 34 -47 -6 -47 69 -70 89 -47 53 -48 -22 -69 0 -17

86 -81 81 4 -88 -46 -62 65 39 -70 -31 -32 -59 -37 26 -92 54 -60 17 0

**Сумма всех долгов:**

x =

18154

**Сальдо каждого предприятия:**

S =

425 -174 -221 105 -24 195 -45 320 377 181 -84 201 -291 -178 -316 -330 -106 395 -144 -286

**Суммарное абсолютное сальдо системы:**

s =

4398

**Баланс системы:**

s1 =

0

**Полученные долги предприятий:**

X\_1 =

Columns 1 through 13

0 33.6289 42.7126 0 4.6385 0 8.6971 0 0 0 16.2347 0 56.2415

-33.6289 0 0 -8.3083 0 -15.4297 0 -25.3206 -29.8308 -14.3220 0 -15.9045 0

-42.7126 0 0 -10.5525 0 -19.5975 0 -32.1601 -37.8886 -18.1905 0 -20.2005 0

0 8.3083 10.5525 0 1.1460 0 2.1487 0 0 0 4.0109 0 13.8950

-4.6385 0 0 -1.1460 0 -2.1282 0 -3.4925 -4.1146 -1.9754 0 -2.1937 0

0 15.4297 19.5975 0 2.1282 0 3.9905 0 0 0 7.4488 0 25.8049

-8.6971 0 0 -2.1487 0 -3.9905 0 -6.5484 -7.7149 -3.7040 0 -4.1132 0

0 25.3206 32.1601 0 3.4925 0 6.5484 0 0 0 12.2237 0 42.3465

0 29.8308 37.8886 0 4.1146 0 7.7149 0 0 0 14.4011 0 49.8895

0 14.3220 18.1905 0 1.9754 0 3.7040 0 0 0 6.9141 0 23.9523

-16.2347 0 0 -4.0109 0 -7.4488 0 -12.2237 -14.4011 -6.9141 0 -7.6780 0

0 15.9045 20.2005 0 2.1937 0 4.1132 0 0 0 7.6780 0 26.5989

-56.2415 0 0 -13.8950 0 -25.8049 0 -42.3465 -49.8895 -23.9523 0 -26.5989 0

-34.4020 0 0 -8.4993 0 -15.7844 0 -25.9027 -30.5166 -14.6512 0 -16.2701 0

-61.0732 0 0 -15.0887 0 -28.0218 0 -45.9845 -54.1755 -26.0100 0 -28.8840 0

-63.7790 0 0 -15.7572 0 -29.2633 0 -48.0218 -56.5757 -27.1623 0 -30.1637 0

-20.4866 0 0 -5.0614 0 -9.3997 0 -15.4252 -18.1728 -8.7249 0 -9.6889 0

0 31.2551 39.6976 0 4.3111 0 8.0832 0 0 0 15.0887 0 52.2715

-27.8308 0 0 -6.8759 0 -12.7694 0 -20.9550 -24.6876 -11.8527 0 -13.1623 0

-55.2751 0 0 -13.6562 0 -25.3615 0 -41.6189 -49.0323 -23.5407 0 -26.1419 0

Columns 14 through 20

34.4020 61.0732 63.7790 20.4866 0 27.8308 55.2751

0 0 0 0 -31.2551 0 0

0 0 0 0 -39.6976 0 0

8.4993 15.0887 15.7572 5.0614 0 6.8759 13.6562

0 0 0 0 -4.3111 0 0

15.7844 28.0218 29.2633 9.3997 0 12.7694 25.3615

0 0 0 0 -8.0832 0 0

25.9027 45.9845 48.0218 15.4252 0 20.9550 41.6189

30.5166 54.1755 56.5757 18.1728 0 24.6876 49.0323

14.6512 26.0100 27.1623 8.7249 0 11.8527 23.5407

0 0 0 0 -15.0887 0 0

16.2701 28.8840 30.1637 9.6889 0 13.1623 26.1419

0 0 0 0 -52.2715 0 0

0 0 0 0 -31.9736 0 0

0 0 0 0 -56.7622 0 0

0 0 0 0 -59.2769 0 0

0 0 0 0 -19.0405 0 0

31.9736 56.7622 59.2769 19.0405 0 25.8663 51.3734

0 0 0 0 -25.8663 0 0

0 0 0 0 -51.3734 0 0

**Сумма всех долгов:**

x\_1 =

4398

**Сальдо каждого предприятия:**

S\_1 =

Columns 1 through 13

425.0000 -174.0000 -221.0000 105.0000 -24.0000 195.0000 -45.0000 320.0000 377.0000 181.0000 -84.0000 201.0000 -291.0000

Columns 14 through 20

-178.0000 -316.0000 -330.0000 -106.0000 395.0000 -144.0000 -286.0000

**Суммарное абсолютное сальдо системы:**

s\_1 =

4398

**Баланс системы:**

s\_11 =

0

# Проверка адекватности модели

Как мы видим, закон сохранения сальдо выполняется и финансовое положение компаний не изменилось, все условия выполнены, а значит модель можно считать адекватной.

# Практическое использование построенной модели

Модель применима при анализе должностных связей компаний, находящихся в одной экономической системы с похожими условиями. Она может снизить временные затраты, и повысить коммуникацию среди компаний.

Данную модель возможно улучшить путём использования более модифицированных численных алгоритмов.

В дальнейшем можно улучшить модель путем создания приложения общего доступа, для возможности использования в реальных экономических задачах.