

## Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317  
ISI (Dubai, UAE) = 1.582  
GIF (Australia) = 0.564  
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912  
ПИИИ (Russia) = 3.939  
ESJI (KZ) = 8.771  
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630  
PIF (India) = 1.940  
IBI (India) = 4.260  
OAJI (USA) = 0.350

SOI: [1.1/TAS](#) DOI: [10.15863/TAS](#)

### International Scientific Journal Theoretical & Applied Science

p-ISSN: 2308-4944 (print) e-ISSN: 2409-0085 (online)

Year: 2023 Issue: 05 Volume: 121

Published: 28.05.2023 <http://T-Science.org>

Issue

Article



**Yu.R. Krahmaleva**

M.Kh.Dulaty Taraz Regional University  
PhD in Technical Science  
Taraz, Kazakhstan

## A MODEL FOR ANALYZING THE IMPACT OF HUMAN ECONOMIC ACTIVITY ON THE ENVIRONMENT IN THE MAPLE SYSTEM

**Abstract:** A matrix method based on the theory of linear algebra is used to construct and study models for predicting the state of the environment. Matrix transformations are accompanied by complex calculations, routine calculations, which increase as soon as the dimension of the matrices increases. Computer mathematics systems, which are rapidly developing today, are able to reduce or completely avoid the difficulties of the computational process. The article discusses the modeling of a comparative analysis of the impact of construction projects on the environment by the example of the Petersen matrix model in the Maple system.

**Key words:** matrix, aggregated estimate, production factors, column vector.

**Language:** Russian

**Citation:** Krahmaleva, Yu. R. (2023). A model for analyzing the impact of human economic activity on the environment in the Maple system. *ISJ Theoretical & Applied Science*, 05 (121), 477-482.

**Soi:** <http://s-o-i.org/1.1/TAS-05-121-55> **Doi:**  <https://dx.doi.org/10.15863/TAS.2023.05.121.55>

**Scopus ASCC:** 2600.

### Модель анализа воздействия хозяйственной деятельности человека на окружающую среду в системе Maple

**Аннотация:** Для построения и исследования моделей прогнозирования состояния окружающей среды используется матричный метод, в основе которого лежит теория линейной алгебры. Матричные преобразования сопровождаются сложными вычислениями, рутинными выкладками, которые увеличиваются, как только повышается размерность матриц. Системы компьютерной математики, которые стремительно развиваются сегодня, способны уменьшить или полностью избежать трудностей вычислительного процесса. В статье рассматривается моделирование сравнительного анализа воздействия строительства проектов на окружающую среду на примере матричной модели Петерсена в системе Maple.

**Ключевые слова:** матрица, агрегированная оценка, производственные факторы, вектор-столбец.

#### Введение

Экологическая оценка состоит из нескольких стадий. Важной стадией является прогноз значимости воздействий деятельности намечаемой деятельности на окружающую среду и ее оценка. На этой стадии устанавливается факт тех изменений которые могут быть происходить в среде при применении каких-либо альтернативных действий. Также на этой стадии оценивается важность вносимых изменений [1].

Оценивая те или иные воздействия на окружающую среду, используют методы, которые

являются взаимодополняемыми. Характеризуются методы своей направленностью на выявление значимых воздействий намечаемой хозяйственной деятельности. Теоретическими основами одного из методов является линейная алгебра, сам же метод называется матричным.

При матричном методе используются различные типы матриц:

1) перечни типов воздействий, простые контрольные списки;

## Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317  
ISI (Dubai, UAE) = 1.582  
GIF (Australia) = 0.564  
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912  
ПИИЦ (Russia) = 3.939  
ESJI (KZ) = 8.771  
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630  
PIF (India) = 1.940  
IBI (India) = 4.260  
OAJI (USA) = 0.350

2) списки объектов, которые испытывают влияние и изменяются под каким-либо воздействием, простые контрольные списки;

3) простейшие причинно-следственные матрицы с установлением взаимодействия типов воздействия и объектов для их испытания;

4) сложные матрицы экологических последствий хозяйственной деятельности и обратных реакций [2].

Основой простых и сложных контрольных листов являются перечни типов воздействий или списки компонентов природной среды, которые терпят изменения под воздействием. Перечисление компонентов природной среды осуществляется в строках матрицы. В столбцах матрицы приводятся типы воздействий. В случае изменений при реализации проекта связано с изменением компонента среды, то идет отметка той клетки в матрице, в которой зафиксировано взаимодействие. Ранжирование интенсивных воздействий осуществляется в сложных матрицах. При ранжировании придается вес или балл интенсивности. Также в сложных матрицах выполняется ранжирование по значимости изменений в экосистемах. В таких матрицах определяется значимость изменения под воздействием объекта, испытывающего воздействие [1]. При расчете агрегированных показателей перемножаются вес воздействия и значимость изменений, затем осуществляется суммирование значений по столбцам и по строкам. Так определяют интенсивность воздействий, которые направлены на выявление наиболее чувствительных или наиболее изменяющихся объектов, терпящих воздействие. К примеру, было выявлено, что наибольшее воздействие оказывается на почву и поверхностные воды; менее значительное - на грунтовые воды; и совсем не оказывается воздействие на атмосферу, фауну и флору[3]-[5].

Рассмотрим матричную модель Петерсена, которая представляет модель анализа воздействия хозяйственной деятельности человека на окружающую среду. В этой модели рассматривается две группы матриц, которые обозначим  $A$  и  $B$ ; вектор, обозначим его через  $V$ .

Для матриц группы  $A$  определяют первичное воздействие элементов конкурирующих проектов строительства или реконструкции некоторой территории на параметры окружающей среды; качество поверхностных вод, воздуха, почв, биотические

сообщества и т.д. Часто эти воздействие оценивается в баллах в интервале  $[-3...+3]$ .

Строки матрицы  $A$  - хозяйственные (производственные) факторы первично воздействующие на окружающую среду, столбцы - параметры окружающей среды. Таким образом, строки воздействуют на столбцы[6].

Для матриц группы  $B$  при использовании тех же величин проводится оценка вторичного воздействия, которое могут оказать измененные под влиянием проектов компоненты природной среды на социальные факторы: плотность населения, уровень здоровья, производство продуктов, услуг, занятость и т.д. В матрице  $B$  параметры окружающей среды вторично воздействующие на человека (социум) — строки; социальные факторы — столбцы. Так же, как и в матрице  $A$  осуществляется воздействие строк на столбцы.

Матрицы группы  $A$  и  $B$  называют матрицами Петерсена. Вектор  $V$  называют вектором веса значимости социальных факторов. Матрица Петерсена – это комплексное описание экологических систем, применяемых при оценке окружающей среды. Матрица имеет столько столбцов, сколько количество соответствующих вовлеченных компонентов (например, химических веществ, загрязняющих веществ, биомассы) и столько строк, сколько вовлеченных процессов(биохимические реакции, физическое разложение). Еще один столбец добавляется для размещения описания кинетики каждого преобразования ([уравнения скорости](#))[7].

Произведение матриц  $AB$ :  $AB = C$  определяет непосредственное воздействие производственных факторов проекта на социальные факторы. Умножив полученную матрицу  $C$  на вектор весов значимости социальных факторов  $V$ , получают результирующий вектор-столбец  $CV$ , сумма значений которого является агрегированной оценкой воздействия проекта. Лучшим является проект с большей агрегированной оценкой.

Проведем сравнительный анализ влияний 2-х проектов строительства и выбрать проект с наименьшим антропогенным влиянием, если имеются матрицы Петерсена  $A_1, A_2$  - влияние проектов на компоненты окружающей среды,  $B$  - влияние на социум,  $V$  - значимость социальных факторов[3]:

**Impact Factor:**

ISRA (India) = 6.317  
 ISI (Dubai, UAE) = 1.582  
 GIF (Australia) = 0.564  
 JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912  
 ПИИЦ (Russia) = 3.939  
 ESJI (KZ) = 8.771  
 SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630  
 PIF (India) = 1.940  
 IBI (India) = 4.260  
 OAJI (USA) = 0.350

$$A_1 = \begin{pmatrix} 3 & 1 & 0 \\ 2 & 2 & -2 \\ -2 & -3 & -1 \\ 2 & 3 & 3 \\ -2 & -3 & 0 \end{pmatrix}, A_2 = \begin{pmatrix} 2 & 3 & 1 \\ -2 & 2 & 2 \\ -1 & -2 & -3 \\ 3 & 2 & 3 \\ 0 & -2 & -3 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} -3 & -2 & -1 & -2 \\ 3 & -1 & 0 & 2 \\ 1 & -1 & 2 & 0 \end{pmatrix}.$$

При расчете агрегированных оценок влияния проектов 2-х проектов  $A_1$  и  $A_2$  на окружающую среду для первого проекта  $A_1$  имеем:

$$A_1 \cdot B = \begin{pmatrix} 3 & 1 & 0 \\ 2 & 2 & -2 \\ -2 & -3 & -1 \\ 2 & 3 & 3 \\ -2 & -3 & 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} -3 & -2 & -1 & -2 \\ 3 & -1 & 0 & 2 \\ 1 & -1 & 2 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -6 & -7 & -3 & -4 \\ -2 & -4 & -6 & 0 \\ -4 & 8 & 0 & -2 \\ 6 & -10 & 4 & 2 \\ -3 & 7 & 2 & -2 \end{pmatrix} = C_1,$$

для второго проекта  $A_2$ :

$$A_2 \cdot B = \begin{pmatrix} 2 & 3 & 1 \\ -2 & 2 & 2 \\ -1 & -2 & -3 \\ 3 & 2 & 3 \\ 0 & -2 & -3 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} -3 & -2 & -1 & -2 \\ 3 & -1 & 0 & 2 \\ 1 & -1 & 2 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 4 & -8 & 0 & 2 \\ 14 & 0 & 6 & 8 \\ -6 & 7 & -5 & -2 \\ 0 & -11 & 3 & -2 \\ -9 & 5 & -6 & -4 \end{pmatrix} = C_2.$$

Матрицы  $C_1$  и  $C_2$  умножим на  $V$ , соответственно:

$$C_1 \cdot V = \begin{pmatrix} -6 & -7 & -3 & -4 \\ -2 & -4 & -6 & 0 \\ -4 & 8 & 0 & -2 \\ 6 & -10 & 4 & 2 \\ -3 & 7 & 2 & -2 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 2 \\ 3 \\ 1 \\ 3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -48 \\ -22 \\ 10 \\ -8 \\ 11 \end{pmatrix} = S_1;$$

$$C_2 \cdot V = \begin{pmatrix} -6 & -7 & -3 & -4 \\ -2 & -4 & -6 & 0 \\ -4 & 8 & 0 & -2 \\ 6 & -10 & 4 & 2 \\ -3 & 7 & 2 & -2 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 2 \\ 3 \\ 1 \\ 3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -10 \\ 58 \\ -2 \\ -36 \\ -21 \end{pmatrix} = S_2.$$

Суммируем элементы матриц  $S_1$  и  $S_2$ :

$$AO_1 = -57; AO_2 = -11,$$

полученное значение есть агрегированная оценка воздействия проектов. Проект с наибольшей агрегированной оценкой является лучшим проектом строительства:

$$AO_1 < AO_2,$$

тем самым таким проектом является проект  $A_2$ .

Проведем сравнительный анализ влияний 2-х проектов строительства в системе Maple. Используем специализированный пакет системы Maple – *LinearAlgebra*[8]:

## Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317  
ISI (Dubai, UAE) = 1.582  
GIF (Australia) = 0.564  
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912  
ПИИЦ (Russia) = 3.939  
ESJI (KZ) = 8.771  
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630  
PIF (India) = 1.940  
IBI (India) = 4.260  
OAJI (USA) = 0.350

restart;  
with (LinearAlgebra);

Вводим  $A_1$ ,  $A_2$  - матрицы Петерсена,  $B$ ,  $V$  :

$A1 := \text{Matrix}(5,3,[3,1,0,2,2,-2,-2,-3,-1,2,3,3,-2,-3,0]);$

$A2 := \text{Matrix}(5,3,[2,3,1,-2,2,2,-1,-2,-3,3,2,3,0,-2,-3]);$

$B := \text{Matrix}(3,4,[-3,-2,-1,-2,3,-1,0,2,1,-1,2,0]);$

$V := \text{Matrix}(4,1,[2,3,1,3]);$

$$A1 := \begin{bmatrix} 3 & 1 & 0 \\ 2 & 2 & -2 \\ -2 & -3 & -1 \\ 2 & 3 & 3 \\ -2 & -3 & 0 \end{bmatrix}$$
$$A2 := \begin{bmatrix} 2 & 3 & 1 \\ -2 & 2 & 2 \\ -1 & -2 & -3 \\ 3 & 2 & 3 \\ 0 & -2 & -3 \end{bmatrix}$$

$$B := \begin{bmatrix} -3 & -2 & -1 & -2 \\ 3 & -1 & 0 & 2 \\ 1 & -1 & 2 & 0 \end{bmatrix}$$

$$V := \begin{bmatrix} 2 \\ 3 \\ 1 \\ 3 \end{bmatrix}$$

Для каждого проекта производим расчет агрегированных оценок влияния проектов на окружающую среду. Умножим матрицу  $A_1$  на матрицу  $B$ , а затем полученную матрицу умножим на матрицу  $V$ , при этом используем

команду *Multiply*. В результате получим матрицу  $S1$ . Суммируя элементы матрицы  $S1$ , получим значение  $AO1$ , которое является агрегированной оценкой влияния проекта  $A_1$  на окружающую среду[8]-[10]:

$C1 := \text{Multiply}(A1,B);$

$S1 := \text{Multiply}(C1,V);$

$AO1 := S1[1,1]+S1[2,1]+S1[3,1]+S1[4,1]+S1[5,1];$

$$C1 := \begin{bmatrix} -6 & -7 & -3 & -4 \\ -2 & -4 & -6 & 0 \\ -4 & 8 & 0 & -2 \\ 6 & -10 & 4 & 2 \\ -3 & 7 & 2 & -2 \end{bmatrix}$$

<b>Impact Factor:</b>	ISRA (India) = 6.317	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
	ISI (Dubai, UAE) = 1.582	ПИИЦ (Russia) = 3.939	PIF (India) = 1.940
	GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 8.771	IBI (India) = 4.260
	JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 7.184	OAJI (USA) = 0.350

$$SI := \begin{bmatrix} -48 \\ -22 \\ 10 \\ -8 \\ 11 \end{bmatrix}$$

$$AOI := -57$$

Те же вычисления произведем для проекта  $A_2$ :

```
C2:=Multiply(A2,B);
S2:=Multiply(C2,V);
AO2:=S2[1,1]+S2[2,1]+S2[3,1]+S2[4,1]+S2[5,1];
```

$$C2 := \begin{bmatrix} 4 & -8 & 0 & 2 \\ 14 & 0 & 6 & 8 \\ -6 & 7 & -5 & -2 \\ 0 & -11 & 3 & -2 \\ -9 & 5 & -6 & -4 \end{bmatrix}$$

$$S2 := \begin{bmatrix} -10 \\ 58 \\ -2 \\ -36 \\ -21 \end{bmatrix}$$

$$AO2 := -11$$

Для того, чтобы система осуществила выбор в сторону проекта с наибольшей агрегированной оценкой, используем условный оператор *if*.

Оператор *if* позволяет записать условное выражение вида[9]:

*if*<Условие>*then* <Элемент 1>*else* < Элемент 2> *fi*;  
(если<Условие>тогда <Элемент 1>иначе < Элемент 2>) *fi*)

```
if AO1>AO2 then print('AO1_Nailychi_proekt');
else print('AO2_Nailychi_proekt_');
fi;
```

*AO2\_Nailychi\_proekt\_*

Для автоматизированной программы, вводим числовые данные- элементы матриц в начале программы и через буквенные обозначения записываем исходные матрицы[10]:

```
restart;
with (LinearAlgebra);
a11:=3:a112:=1:a113:=0:a121:=2:a122:=2:a123:=-2:
a131:=-2:a132:=-3:a133:=-1:a141:=2:a142:=3:a143:=3:
a151:=-2:a152:=-3:a153:=0:
a211:=2:a212:=3:a213:=1:a221:=-2:a222:=2:a223:=2:
a231:=-1:a232:=-2:a233:=-3:a241:=3:a242:=2:a243:=3:
a251:=0:a252:=-2:a253:=-3:
b11:=-3:b12:=-2:b13:=1:b14:=-2:b21:=3:b22:=-1:b23:=0:b24:=2:
b31:=1:b32:=-1:b33:=2:b34:=0:
v11:=2:v21:=3:v31:=1:v41:=3:
```

<b>Impact Factor:</b>	<b>ISRA (India) = 6.317</b>	<b>SIS (USA) = 0.912</b>	<b>ICV (Poland) = 6.630</b>
	<b>ISI (Dubai, UAE) = 1.582</b>	<b>ПИИЦ (Russia) = 3.939</b>	<b>PIF (India) = 1.940</b>
	<b>GIF (Australia) = 0.564</b>	<b>ESJI (KZ) = 8.771</b>	<b>IBI (India) = 4.260</b>
	<b>JIF = 1.500</b>	<b>SJIF (Morocco) = 7.184</b>	<b>OAJI (USA) = 0.350</b>

A1:=Matrix(5,3,[a111,a112,a113,a121,a122,a123,a131,a132,a133,a141,a142,a143,a151,a152,a153]);  
A2:=Matrix(5,3,[a211,a212,a213,a221,a222,a223,a231,a232,a233,a241,a242,a243,a251,a252,a253]);  
B:=Matrix(3,4,[b11,b12,b13,b14,b21,b22,b23,b24,b31,b32,b33,b34]);

Далее, программа идентична описанию выше. Как видно, программа работает без каких-либо осложнений. Действия над матрицами осуществляются согласно применения команд для матричных операций.

## References:

1. Riznichenko, G. Jy. (2018). *Matematicheskie metody v biologii i jekologii. Biofizicheskaja dinamika produkcionnyh processov v 2 ch.* (p.185). Moscow: Izdatel'stvo Jyrajt.
2. Riznichenko, G. Jy. (2019). *Matematicheskoe modelirovanie biologicheskikh processov. Modeli v biofizike i jekologii.* (p.181). Moscow: Izdatel'stvo Jyrajt.
3. Zhiron, A. I. (2019). *Prikladnaja jekologija. V 2 t. Tom 2.* (p.311). Moscow: Izdatel'stvo Jyrajt.
4. Partyka, T.L. (2013). *Matematicheskie metody.* (p.464). Moscow: Forum, NIC Infra-M.
5. Meshalkin, V. P. (2020). *Osnovy informatizacii i matematicheskogo modelirovanija jekologicheskikh sistem.* (p.357). Moskva: INFRA-M.
6. Beluchenko, I.S., & Smagin, A.V. (2015). *Analiz dannyh i matematicheskoe modelirovanie v jekologii i prirodopol'zovanii.* (p.313). Krasnodar: KubGAU.
7. Truhan, A.A. (2018). *Linejnaja algebra i linejnoe programmirovanie.* (p.316). SPb.: Lan`.
8. Kirsanov, M. N. (2020). *Matematika i programmirovanie v Maple: uchebnoe posobie.* (p.164). Moskva: Aj Pi Ar Media.
9. D`jakonov, V.P. (2017). *«Maple 9.5 10 v matematike, fizike i obrazovanii».* (p.720). Moskva: SOLON-PRESS.
10. Shabarshina, I. S. (2019). *Osnovy komp`uternoj matematiki. Zadachi sistemnogo analiza i upravlenija.* (p.142). Rostov-na-Donu, Taganrog: Izdatel'stvo Jyzhnogo federal'nogo universiteta.