

## ПРОГРАММИРОВАНИЕ В МАТЛАБ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

### PROGRAMMING IN MATLAB TO OPTIMIZE INNOVATION PROCESSES.

*R. Calderon*

*Summary.* Ecuador showed a significant GDP growth in the decade from 2010 to 2020, however, behind this growth there was no diversification of added value in national production. The implementation of innovation processes in the Ecuadorian business sector is a current need for the country to have an established growth guide to achieve short, medium and long-term goals. Innovation is the set of processes focused on improving production related to processes or products. In this area, mathematical tools are proposed and described that allow optimizing the performance of a productive organization from an objective, statistical and descriptive perspective, turning linear algebra and MATLAB into business improvement sources.

*Keywords:* innovation, matrices, linear algebra, MATLAB, efficiency, effectiveness.

*Кальдерон Роберто Даниэль*

*Преподаватель, УТЭ Университет (Эквадор);  
аспирант, Юго-Западный Государственный  
Университет  
roberto.calderon.84@inbox.ru*

Аннотация. Эквадор продемонстрировал значительный рост ВВП за десятилетие с 2010 по 2020 год, однако за этим ростом не стояла диверсификация добавленной стоимости в национальном производстве. Внедрение инновационных процессов в бизнес-секторе Эквадора является актуальной необходимостью для страны иметь установленный ориентир роста и следить за выполнением краткосрочных, среднесрочных и долгосрочных целей. Инновация — это набор процессов, направленных на улучшение производства, связанного с процессами или продуктами. В этой области предлагаются и описываются математические инструменты, которые позволяют оптимизировать производительность продуктивной организации с объективной, статистической и описательной точек зрения, превращая линейную алгебру и MATLAB в предшественников улучшения бизнеса.

*Ключевые слова:* инновации, матрицы, линейная алгебра, MATLAB, эффективность, результативность.

**И**нновация — экономическое применение изобретения [1]. Согласно этому определению, если инновация не нашла применения на рынке, то она не является инновацией. Инновация — это появление и разработка новых процессов, инструментов или продуктов, которые стимулируют рост экономики. Инновации заставляют экономику ускорять процесс своего роста, пока рынок не насытится и не начнется период депрессии или замедления. Допустимо, что система имеет циклы роста и депрессии, где инновации играют ключевую роль в поддержании этой динамики. Инновации классифицируются по двум параметрам: процессу и продукту. Если это процессная инновация, это означает, что в производственные, операционные или первичные процессы вносятся постоянные изменения с точки зрения времени, затрат, средств контроля и ресурсов, которые делают процесс универсальным; то есть способен меняться, чтобы успешно оставаться на рынке. Вместе происходят изменения в продукте, которые включают обработку новых ресурсов для получения новых продуктов. В обоих типах инноваций есть предварительные инвестиции и исследования для организации, чтобы получить соответствующие выгоды. Инновационный потенциал — это способность процесса или организации осуществлять свою произ-

водственную и стратегическую деятельность, чтобы производить более качественные продукты и услуги по сравнению с конкурентами. Вокруг концепции инновации были созданы предположения, которые со временем были утверждены в одних организациях и отвергнуты в других, например: «в компании есть ресурсы, которые нельзя переместить», «знания находятся в умах людей и в их распорядок дня», «эффективность инноваций исключительно экономическая», «обучение и инновации очень тесно связаны». Самый важный вклад для организации — это знания, а самый важный процесс — обучение. Часть этого обучения заключается в знании того, сколько денег и ресурсов следует выделять на инновационные процессы. Иногда больших денег не требуется, но увидеть инновации как инструмент экономического развития. В этом смысле организации, являющиеся экспертами в области инноваций, адаптируют человеческие ресурсы к новым задачам, что приводит к организационному обучению. В настоящее время не ведется дискуссия о том, необходимы инновации или нет; речь идет о механизмах ее осуществления, поскольку инновационный процесс требует терпения и времени [2]. На глобальном рынке то, что отличает одну организацию от другой, обычно является чем-то очень маленьким и незаметным, поэто-

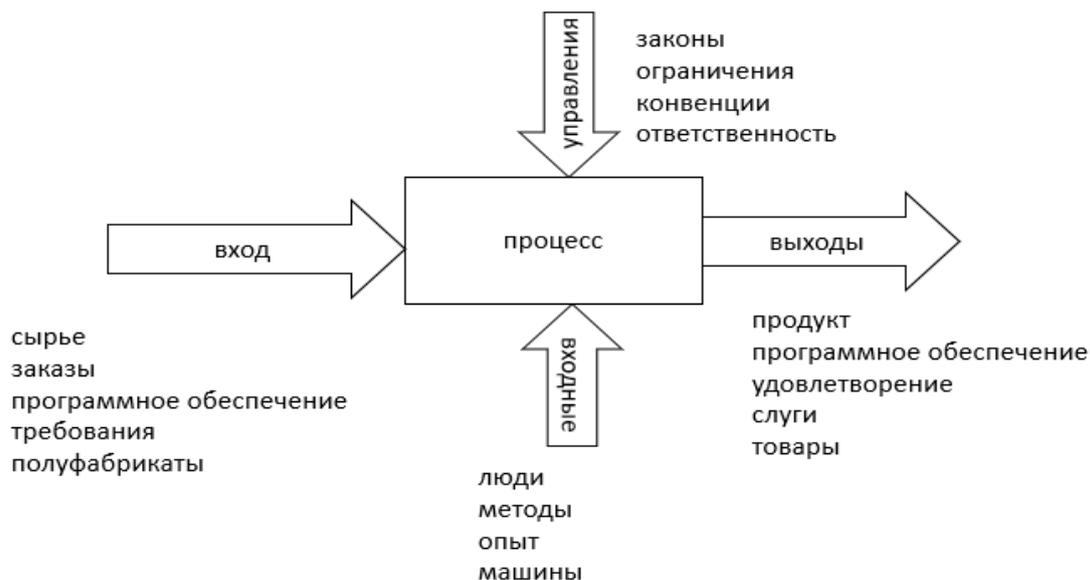


Рис. 1. Схема процесса с его компонентами. Источник: самодельный

му все члены организации должны быть частью инновационной команды и иметь возможность обратиться к высшему руководству, чтобы их голос был услышан и мог генерировать постоянные изменения в жизни компании [3]. Поскольку современные компании управляются процессами, многие инновационные идеи исходят из внешней среды; таким образом, поддержание хорошей связи с поставщиками, клиентами и конкурентами является хорошим источником внешней информации [4]. Любые усилия по инвестированию в инновации без выделения экономических ресурсов не имеют смысла, равно как и отсутствие лица, ответственного за осуществление этого инновационного процесса со среднесрочными и долгосрочными целями и сообщаемого о результатах. Сегодня существует высокая конкуренция, потому что в тот момент, когда на рынке появляется новый продукт, другие организации с более совершенными или более низкими технологиями могут производить такой же продукт и конкурировать на рынке. По этой причине единственным вариантом для компаний оставаться успешными на рынке является продолжение инноваций. Компании должны обеспечить предоставление основных ресурсов для своей работы, таких как: вода, электричество, инфраструктура, интернет, программное и аппаратное обеспечение, необходимое для их работы. Разницу между промышленно развитыми и неиндустриальными компаниями можно увидеть в наличии этих ресурсов. У каждой компании есть свои исходные данные, которые могут стать коммерческой тайной, которые, в отличие от патентов, представляют собой ресурсы, процедуры, исходные данные, проекты, компьютерные программы, формулы, финансовую информацию или общедоступные модели,

которые в сочетании друг с другом создают процессы и уникальные продукты. Самое важное в промышленных секретах то, что срок их действия не истекает, как у патентов. Организации состоят из людей, способных генерировать творческую идею, если у них есть постоянная мотивация. Эта мотивация может быть двух видов: выживания и конкурентоспособности. Не все люди могут быть гениями инноваций, но они могут иметь поддержку людей, разделяющих инновационное видение формирования рабочих групп внутри организаций. Компания состоит не только из дальновидных и любознательных людей, также очень необходима технологичная, гибкая и восприимчивая рабочая сила, которая быстро улавливает новые требования инновационных процессов и знает, как сообщать о недостатках и потенциальных решениях, которые возникают в процессе выполнения. повседневная промышленная деятельность. Говоря об инновациях, необходимо обязательно упомянуть, что I (исследования) + D (разработки) = I (инновации). Инновации являются частью делового администрирования или производственной инженерии, однако с серьезной озабоченностью отмечается, что ресурсы, выделяемые на исследования и разработки, недостаточны по отношению к сумме дохода, получаемого организацией. При отсутствии исследований и разработок нет инноваций точно так же, как если после инвестирования в исследования и разработки нет инноваций в продукте или услуге, эти ресурсы считаются не инвестициями, а расходами. Анализируя используемое выражение, мы можем спросить себя, соответствуют ли исследования и разработки стандартам, необходимым для их существования, и в этом случае в управление бизнесом вводятся два очень

Таблица 1. Таблица двойной записи

i \ j	C I	C II	C III	C IV
C1	$C1i_1 + CIj_1$	$C1i_2 + CIIj_2$	$C1i_3 + CIIIj_3$	$C1i_4 + CIVj_4$
C2	$C2i_2 + CIj_1$	$C2i_2 + CIIj_2$	$C2i_2 + CIIIj_3$	$C2i_2 + CIVj_4$
C3	$C3i_3 + CIj_1$	$C3i_3 + CIIj_2$	$C3i_3 + CIIIj_3$	$C3i_3 + CIVj_4$
C4	$C4i_4 + CIj_1$	$C4i_4 + CIIj_2$	$C4i_4 + CIIIj_3$	$C4i_4 + CIVj_4$

Источник: самодельный

распространенных термина: эффективность и результативность. Эффективность — это достижение цели, к количеству ресурсов, используемых для достижения этой цели. С точки зрения технологии производства эффективность представляет собой сочетание обоих терминов: действенности и эффективности [5]. Для компаний основной целью является эффективность, то есть максимизация прибыли при снижении производственных затрат до минимума. Инновации исходят не только от производителей, но и от потребителей, которым не следует бояться пробовать новые продукты, основанные на новых технологиях или новых применениях науки. Копия является частью инновации, поскольку слаборазвитые страны сделали копию инструментом-предшественником инновации. Стратегия этих стран заключалась в том, чтобы улучшить копию с помощью новых технологий, сократить использование ресурсов в виде сырья и посредников, но прежде всего в дешевой рабочей силе. В любом случае указанные термины относятся к процессам, образующим системы, поэтому необходимо определить каждую составляющую процессов, как на рисунке 1. Опять же, следует упомянуть, что концепция инноваций может быть применена к любому компоненту процесса: входы, выходы и элементы управления.

Распространенная во всем мире концептуальная ошибка состоит в том, что предполагается, что результатом инноваций станут новые продукты с более высокими доходами, чем первоначальные, и что они появятся немедленно [6]. Многие компании генерируют несколько инновационных процессов в различных областях, чтобы работать с успешной маржой в нескольких из них, которые покрывают убытки от тех инновационных процессов, которые не приносят прибыли в краткосрочной перспективе. По оценкам, в следующие 5 лет информация, которая будет производиться во всем мире, составит примерно 5 миллионов терабайт. Большая часть личной, деловой и профессиональной деятельности будет храниться в глобальном обла-

ке. В то же время требуется интерпретация огромной существующей информации, где можно узнать частоту потребления определенного продукта клиентом, дни наибольшего спроса на продукты, услуги, предпочитаемые клиентами или просто цвета или размеры самых продаваемых продуктов [7]. Предлагаемый показатель построен на основе матрицы двойной записи: производящий столбец включает внешнюю среду, государственную политику, финансирование и культурные традиции. Генерирующая строка включает правительство, бизнес, образование и отдельных лиц. Генерирующий столбец может иметь значения от 0 до 5; 0 — самый низкий уровень, а 5 — самый высокий. Генерирующая строка может иметь значения от 0 до -5; 0 — самый высокий, а -5 — самый низкий. Старшие менеджеры и члены организации присваивают значения каждому компоненту в соответствии со своим прошлым опытом, экономическими отчетами, бизнес-ассоциациями и т.д. Результат каждой ячейки получается алгебраической суммой строки и столбца.

Например, с матрицей  $\Pi$ ; путем вычисления собственных значений и собственных векторов считается;  $|\Pi - \lambda I| = 0$ . Высшее руководство организации вместе с оперативной областью создают матрицу  $\Pi$

$$\Pi = \begin{bmatrix} 5 & -2 & 0 & 0 \\ 4 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 3 & -1 \\ 0 & 0 & 2 & 3 \end{bmatrix}$$

$$\left| \begin{bmatrix} 5 & -2 & 0 & 0 \\ 4 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 3 & -1 \\ 0 & 0 & 2 & 3 \end{bmatrix} - \lambda \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \right| = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 5 - \lambda & -2 & 0 & 0 \\ 4 & 1 - \lambda & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 3 - \lambda & -1 \\ 0 & 0 & 2 & 3 - \lambda \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Вычислить определитель матрицы; применяется метод Сарруса [8].

$$\Pi = \Pi_1 + \Pi_2 + \Pi_3$$

Следующая матрица соответствует:

$$\Pi_1 = \begin{bmatrix} 5-l & -2 & 0 & 0 & 5-l & -2 & 0 \\ 4 & -1-l & 0 & 0 & 4 & -1-l & 0 \\ 0 & 0 & 3-l & -1 & 0 & 0 & 3-l \\ 0 & 0 & 2 & 3-l & 0 & 0 & 2 \end{bmatrix}$$

Решая определитель, первый многочлен равен:

$$\Pi_1 = -29 - 6l + 28l^2 - 10l^3 + l^4$$

Следующая матрица соответствует:

$$\begin{bmatrix} 5-l & 0 & -2 & 0 \\ 4 & 0 & 1-l & 0 \\ 0 & 3-l & 0 & -1 \\ 0 & 2 & 0 & 3-l \end{bmatrix}$$

$$\Pi_2 = \begin{bmatrix} 5-l & 0 & -2 & 0 & 5-l & 0 & -2 \\ 4 & 0 & 1-l & 0 & 4 & 0 & 1-l \\ 0 & 3-l & 0 & -1 & 0 & 3-l & 0 \\ 0 & 2 & 0 & 3-l & 0 & 2 & 0 \end{bmatrix}$$

Решая определитель, второй многочлен равен:

$$\Pi_2 = 0$$

Следующая матрица соответствует:

$$\begin{bmatrix} 5-l & 0 & 0 & -2 \\ 4 & 0 & 0 & 1-l \\ 0 & 3-l & -1 & 0 \\ 0 & 2 & 3-l & 0 \end{bmatrix}$$

$$\Pi_3 = \begin{bmatrix} 5-l & 0 & 0 & -2 & 5-l & 0 & 0 \\ 4 & 0 & 0 & 1-l & 4 & 0 & 0 \\ 0 & 3-l & -1 & 0 & 0 & 3-l & -1 \\ 0 & 2 & 3-l & 0 & 0 & 2 & 3-l \end{bmatrix}$$

Решая определитель, второй многочлен равен:

$$\Pi_3 = 62 - 56l - 10l^2$$

Складывая все многочлены, получаем

$$\Pi = -29 - 6l + 28l^2 - 10l^3 + l^4 + 0 + 62 - 56l + 10l^2$$

$$33 - 62l + 38l^2 - 10l^3 + l^4 = 0$$

Разлагая полином на множители, получаем:

$$(l-3)(l-1)(l^2-6l+11) = 0$$

Итак, собственные значения:

$$l_1 = 3; l_2 = 1; l_3, l_4 \notin \mathbb{R}$$

Далее по полученным собственным значениям вычисляются собственные векторы матрицы [9].

$$l_1 = 3$$

$$\begin{bmatrix} 5 & -2 & 0 & 0 \\ 4 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 3 & -1 \\ 0 & 0 & 2 & 3 \end{bmatrix} - 3 \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 2 & -2 & 0 & 0 \\ 4 & -4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 2 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$x_2 = x_1 = t; x_4 = 0; x_3 = 0;$$

$$\vec{x} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{bmatrix}; \vec{x} = \begin{bmatrix} t \\ t \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}; \vec{x} = t \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$l_2 = 1$$

$$\begin{bmatrix} 5 & -2 & 0 & 0 \\ 4 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 3 & -1 \\ 0 & 0 & 2 & 3 \end{bmatrix} - 1 \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 4 & -2 & 0 & 0 \\ 4 & -2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & -1 \\ 0 & 0 & 2 & 2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$-F_3 + F_4 \rightarrow F_4$$

$$\begin{bmatrix} 4 & -2 & 0 & 1 \\ 4 & -2 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$x_2 = 2x_1; x_1 = t; x_4 = 0; x_3 = 0;$$

$$\vec{x} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{bmatrix}; \vec{x} = \begin{bmatrix} t \\ 2t \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}; \vec{x} = t \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

```

vectores.m x +
1 - clear
2 - clc
3 - close all
4
5 - format short
6
7 - A=[5 -2 0 0;4 -1 0 0;0 0 3 -1;0 0 2 3]
8 - L=eig(A)
9
10
11 - [V, D]=eig(A)
12 - diag(D):
13
14
15

```

```

A =
     5     -2     0     0
     4     -1     0     0
     0     0     3    -1
     0     0     2     3

```

```

L =
 3.0000 + 0.0000i
 1.0000 + 0.0000i
 3.0000 + 1.4142i
 3.0000 - 1.4142i

```

```

V =
Columns 1 through 3
 0.7071 + 0.0000i  0.4472 + 0.0000i  0.0000 + 0.0000i
 0.7071 + 0.0000i  0.8944 + 0.0000i  0.0000 + 0.0000i
 0.0000 + 0.0000i  0.0000 + 0.0000i  0.0000 + 0.5774i
 0.0000 + 0.0000i  0.0000 + 0.0000i  0.8165 + 0.0000i

```

Рис. 2. Программный код  
Источник: самодельный

Цель этой операции — получить собственный вектор, состоящий только из чисел 1, поскольку этот собственный вектор соответствует тавтологии в математике; что эквивалентно положительному сценарию для бизнес-инноваций. Как видно из расчета, собственное значение 3 создает лучший собственный вектор, чем 1, поэтому комбинация факторов, учитываемых в матрице, создает большие возможности для успеха в бизнесе. Ручной метод поиска векторов и собственных значений может оказаться слишком долгим; особенно если в строках и столбцах обрабатывается больше входных параметров. По этой причине в этой статье также показан программный код в Matlab, что значительно сокращает количество необходимых математических операций [10]. Например, для случая сгенерированной матрицы имеем:

Результаты такие же, как и сгенерированные ранее, но с помощью программы Matlab время разрешения оптимизируется для более своевременного принятия решений на благо компании.

## Заключение

Инновации в бизнесе необходимы, чтобы быть в состоянии конкурировать на международном рынке сегодня. Различные стратегии непрерывного совершенствования были реализованы в разных организациях на протяжении многих лет. Самым ценным ресурсом компании являются люди, а из людей возникают идеи, процессы и инновационные механизмы, которые зачастую требуют математических знаний. Это математическое знание является частью бизнес-знания, которое применяется, когда принимаются во внимание такие факторы, как государственная политика, финансирование, культурные традиции, компании, образование и люди. Эти переменные используются для вычисления векторов и собственных значений; и, таким образом, знать возможные комбинации улучшения процесса. Традиционные методы расчета очень полезны, но можно использовать технологические инструменты для оптимизации времени отклика, что выгодно как компании, так и клиенту.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Schumpeter J.A. (1934) The theory of economic development. [книга]. — Cambridge.
2. Bankinter Fundación de la Innovación. (2010) El arte de innovar y emprender. [отчет]. USA.

3. Avilova, V; Lamberova, N. (2017). Management of Industrial Cluster. [книга]. Kasan.
4. Innovation Metrics: The innovation process and how to measure it. (2008) [электронный ресурс] // InnovationLabs.
5. Beno Seni. (2004) Educación y calidad de vida [книга]. — Bs As: [s.n.]
6. University. Department of Business and Management Aalborg. (2015) The origins of the national innovation system concept and its usefulness in the era of the globalizing economy. [конференция]. — Habana.
7. Comercio. Organización Mundial de <https://www.wto.org>. [электронный ресурс]. — 03 2020. — <https://timeseries.wto.org/>.
8. Grossman, S; Flores, J. (2012). Algebra Lineal. [книга]. México.
9. Benalcázar, H. (2013). Algebra Lineal y Aplicaciones. [книга]. Quito.
10. Izar, L. (2018). Métodos numéricos. [книга]. México.

© Кальдерон Роберто Даниэль ( roberto.calderon.84@inbox.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Юго-Западный государственный университет