

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ БИЗНЕС-ЭКОСИСТЕМЫ

О. Е. Каленов

Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова,
Москва, Россия

В статье предложен подход к построению математической модели бизнес-экосистемы. Для объективности модели предлагается рассматривать бизнес-экосистему в качестве клиентоцентричной триады, в которую входят, во-первых, совокупность элементов межотраслевой принадлежности, взаимодействующих в процессе разработки, производства и сбыта продукции; во-вторых, одна или несколько цифровых платформ с набором различных сервисов, объединенных вокруг одной компании, позволяющих клиенту «бесшовно» перемещаться по ним и получать выгоду от их комплексного использования, а также удовлетворять свои потребности в режиме одного окна; в-третьих, сама организация, использующая инновационные подходы к управлению и рассматривающая предприятие как саморазвивающийся сложный живой организм, который активно взаимодействует с внешней средой. Важнейшим параметром, определяющим выгодность от пребывания в бизнес-экосистеме, является цена на товар или услугу, которая должна рассматриваться одновременно с нескольких сторон: клиента, поставщика, организатора (владельца) экосистемы. Помимо выгодной для всех участников цены, для оценки эффективности участия в бизнес-экосистемах предлагается рассмотреть также функции минимизации издержек, максимизации доли рынка, а также максимизации уровня удовлетворенности клиентов. Система данных критериев позволяет, с одной стороны, определить границы бизнес-экосистемы, а с другой – моделировать поведение ее элементов и на основе этого принимать грамотные управленческие решения.

Ключевые слова: математическая модель, эффективность, цена, клиент, поставщик.

MATHEMATIC MODEL OF BUSINESS-ECOSYSTEM

Oleg E. Kalenov

Plekhanov Russian University of Economics,
Moscow, Russia

The article discusses the approach to building a mathematic model of business-ecosystem. To provide objectivity to the model it is proposed to study business-ecosystem as a customer-centric triad, which includes, firstly, the totality of elements of inter-branch belonging interacting in the process of development, production and marketing; secondly, one or several digital platforms with a set of various services integrated around one company. It gives the customer an opportunity to move in a 'seamless' way along them and obtain benefits from their complex use and satisfy his/her needs in conditions of one window. And thirdly, this pattern covers the organization itself, which uses innovation approaches to management and considers the enterprise as a self-developing complex living body that can effectively interact with the outward environment. The most important parameter showing profitability of staying in business-system is price of goods and services, which shall be studied from different sides at the same time: customer, supplier and organizer (proprietor) of the eco-system. Apart from profitable price for all participants, in order to assess efficiency of participation in business-ecosystems it is proposed to investigate functions of cost minimization, market share maximization and the rate of customer satisfaction maximization. The system of these criteria allows us, on the one hand, to identify limits of the business-ecosystem and on the other hand, to model the behavior of its elements and on this basis to make adequate managerial decisions.

Keywords: mathematic model, efficiency, price, customer, supplier.

В условиях активной цифровизации общественных явлений и процессов в экономической среде все чаще применяется понятие «бизнес-экосистемы» как одной из основных форм взаимодействия субъектов современного рынка. Уже получив широкое распространение в онлайн-торговле, финансовой, телекоммуникационной и IT-сферах, они постепенно охватывают и другие виды экономической деятельности, расширяя свои границы за счет привлечения новых участников. Это в свою очередь требует тщательного изучения специфики бизнес-экосистем для более глубокого понимания сущности данного явления с целью разработки и адаптации соответствующих инструментов и методов эффективного управления их формированием и развитием.

В настоящее время существует большое количество трудов как отечественных, так и зарубежных исследователей, посвященных рассмотрению различных аспектов экосистем в экономике. Так, ряд авторов, такие как Дж. Ф. Мур [11], Д. Айзенберг [9], Р. Эднер [7], М. Якобидес [10] и др., в первую очередь делают акцент на множестве элементов, объединенных в сложную систему и взаимодействующих для достижения поставленных целей.

Российские ученые М. Н. Кулапов, Е. И. Переверзева, О. Ю. Кириллова [6] понимают под экосистемой в бизнесе структуру сотрудничества взаимозависимых компаний, создающих интегрированное ценностное предложение. И. В. Денисов, М. А. Положишникова, Н. Б. Кутыбаева и Е. С. Петренко [2] используют термин «цифровая предпринимательская экосистема», подчеркивая особую роль многосторонней платформы в повышении эффективности взаимодействия многообразия участников.

Проводя разграничение между традиционной бизнес-организацией и бизнес-экосистемой, С. Н. Кукушкин заостряет внимание на содержании определений «технология» и «технологическая платформа». В первое понятие он вкладывает

практическое применение новых научных знаний, причем не только в материальном производстве, но и в других сферах. В свою очередь технологическая платформа рассматривается как средство активизации усилий технологий, продуктов на их основе, способов распространения экономических благ и методов управления. Особенность деятельности бизнес-экосистем заключается в том, что они стремятся добиться субаддитивности (т. е. свойства средних издержек убывать на всем протяжении выпуска продукции при любом его объеме) издержек не на единицу продукции, а на содержание технологической платформы. Совершенствуя технологическую платформу, организация-владелец экосистемы добивается развития своих продуктов или увеличения количества ценностей, которые удерживают потребителей и привлекают новых [5].

Большое количество научных работ посвящено инновационной [8], венчурной [1] и социально-экономической [4] природе данного явления.

По нашему мнению, для комплексного изучения в настоящее время целесообразно рассматривать бизнес-экосистему в качестве своеобразной *клиентоцентричной триады*, объединенной обязательным использованием цифровой среды с присутствием ей инструментами, а именно как:

- совокупность элементов (участников) межотраслевой принадлежности, взаимодействующих в процессе разработки, производства и сбыта продукции. Это могут быть поставщики, производители, сбытовые организации, инвесторы и сами покупатели, тесное взаимодействие которых основано на сотрудничестве, регламентировано гибкой партнерско-договорной основой и приводит к совместному созданию ценности. При этом эффективность каждого отдельно взятого элемента зависит от общей эффективности бизнес-экосистемы;
- одна или несколько цифровых платформ с набором различных сервисов, как собственных, так и партнерских, объединенных вокруг одной компании, позволя-

ющих клиенту «бесшовно» перемещаться по ним и получать выгоду от их комплексного использования, а также удовлетворять свои потребности в режиме одного окна;

– сама организация, использующая инновационные подходы к управлению и рассматривающая предприятие как само-развивающийся сложный живой организм, который активно взаимодействует с внешней средой и характеризуется высокой степенью клиентоориентированности, наличием эволюционной цели, в процессе достижения которой конкуренты могут рассматриваться как партнеры, целостностью структуры и наличием самоуправления (децентрализованным подходом) [3].

С точки зрения классификации бизнес-экосистем существует несколько подходов, однако, по нашему мнению, целесообразно классифицировать их комплексно сразу по трем основным принципам:

1) *по принципу построения:*

а) агрегация несвязанных сервисов:

- подключение внешних сервисов;
- собственная разработка сервисов;

б) целевой продукт, т. е. развитие сервисов вокруг продукта и связанных с продуктом;

в) гибридный подход: есть продукт, к нему добавляются не связанные с ним сервисы;

2) *по принципу развития:*

а) органическое – экосистема развивается эволюционно на базе имеющихся продуктов и сервисов;

б) неорганическое – поглощение/приобретение продуктов и сервисов;

3) *по принципу использования единого цифрового пространства:*

а) каждый сервис в экосистеме встраивается/подключается в единообразном виде (формате, интерфейсе) под одним брендом;

б) каждый сервис подключается как есть, под своим названием и на своей инфраструктуре.

Являясь сложным явлением, бизнес-экосистема должна характеризоваться выгодностью для всех участников. Описание

этой выгоды является пока еще малоизученным вопросом, решение которого позволит определить границы экосистемы.

Для того чтобы сделать вывод о целесообразности и эффективности участия в бизнес-экосистеме того или иного элемента, необходимо построить соответствующую математическую модель.

Пусть у нас есть n элементов (участников) бизнес-экосистемы, обозначенных символами $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$, где A_1 – клиент, потребитель; A_2 – поставщик; A_3 – владелец (организатор); A_n – n -й участник бизнес-экосистемы; n – общее количество участников бизнес-экосистемы.

Каждый из участников в зависимости от указанных выше категорий имеет свои характеристики, такие как доход, бюджет, стоимость продукта или услуги, доля рынка, предпочтения и др. Обозначим это символами $x_1, x_2, x_3, \dots, x_l$ соответственно для каждого участника. Тогда система неравенств для участников бизнес-экосистемы может быть записана как

$$\begin{cases} f_1(x_1, x_2, \dots, x_l) \geq 0, \\ f_2(x_1, x_2, \dots, x_l) \geq 0, \\ f_3(x_1, x_2, \dots, x_l) \geq 0, \\ \dots \\ f_n(x_1, x_2, \dots, x_l) \geq 0, \end{cases}$$

где $f_1, f_2, f_3, \dots, f_n$ – функции, определяющие условия или ограничения для каждого участника. Эти функции могут быть связаны с целями и стратегией каждого участника, конкурентным окружением, доступными ресурсами и другими факторами, влияющими на их позицию в бизнес-экосистеме;

l – количество характеристик участников бизнес-экосистемы.

Запись конкретных функций для системы неравенств будет зависеть от специфики бизнес-экосистемы и требований. Это могут быть линейные или нелинейные функции, а также другие математические условия.

Важнейшим параметром, определяющим выгодность от пребывания в бизнес-экосистеме, является цена на товар или услугу, которая должна рассматриваться

одновременно с нескольких сторон: клиента, поставщика, организатора (владельца) экосистемы.

Цена, выгодная для клиента, будет определяться системой неравенств, в основе которой лежат минимальная и максимальная рыночная цена, а также различные бонусы:

$$\begin{cases} p_{\min} \leq p_{ecs} < p_{\max}, \\ (p_{ecs} - b_0) < p_{\min}, \\ b_1 > 0; b_1 \rightarrow \max, \end{cases}$$

где $p_{\min}$ – минимальная цена продукта на рынке;

p_{ecs} – цена продукта, предлагаемая клиенту бизнес-экосистемой;

$p_{\max}$ – максимальная цена продукта на рынке;

b_0 – величина бонусов, накопленных клиентом в экосистеме и доступных для оплаты покупки;

b_1 – величина новых бонусов, получаемых за данную покупку.

С учетом изначально подразумевающихся удобных условий выбора, приобретения и доставки товаров/услуг в бизнес-экосистемах особое значение приобретает формирование программы лояльности в каждой из них. Так, значения параметров b_0 и b_1 оказывают существенное влияние на потребительский выбор и желание клиентов оставаться в бизнес-экосистеме. Продвигая программы лояльности и начисляя бонусы за покупки, бизнес-экосистемы дают возможность клиентам пользоваться своеобразной локальной валютой, действующей в ее периметре, т. е. копить бонусы и впоследствии расплачиваться ими.

Выгодная цена для поставщика в бизнес-экосистеме будет определяться исходя из следующих положений.

Если цена вне экосистемы равна (или сопоставима) цене в экосистеме, то:

цена вне экосистемы = себестоимость + прибыль + затраты на рекламу и сбыт;
цена в экосистеме p_{ecs} = себестоимость + прибыль + комиссия экосистемы;
комиссия организатора (ядра) экосистемы < затрат поставщика на рекламу и сбыт;
прибыль поставщика в экосистеме > прибыли поставщика вне экосистемы.

Таким образом, во многом выгода поставщика сводится к тому, чтобы комиссия, взимаемая организатором (ядром) бизнес-экосистемы, должна быть меньше затрат поставщика на рекламу и сбыт. Кроме того, если мы рассматриваем промышленные экосистемы, т. е. взаимосвязанные сети компаний, объединенных для реализации производственно-хозяйственных целей, то здесь, помимо прочего, эффективность для поставщика будет заключаться в том, что продукт более низкого технологического передела будет куплен организацией более высокого передела.

Тогда эффективность для организатора (владельца) экосистемы будет определяться из системы неравенств:

объем реализации $V \rightarrow \max$;
 $p_{\min} \leq p_{ecs} < p_{\max}$;
 $p_{ecs} \cdot V \rightarrow \max$;
комиссия владельца экосистемы > (затраты владельца на рекламу и сбыт + затраты владельца на инфраструктуру);
прибыль владельца > (затраты владельца на рекламу и сбыт + затраты владельца на инфраструктуру + b_1).

Эффективность организатора (владельца) в данном случае будет зависеть не только от цены, но и от максимизации объемов реализации товаров и услуг, от правильно выбранной комиссии, установленной для работающих в ней поставщиков, а также от сбалансированной программы лояльности.

Помимо выгодной для всех участников цены, для оценки эффективности участия в бизнес-экосистемах можно указать несколько ключевых функций.

1. Функция минимизации издержек для участника бизнес-экосистемы может быть представлена как

$$C(x) = (f(x) + g(x)) \rightarrow \min,$$

где $C(x)$ – функция минимизации издержек;

$f(x)$ – функция прямых издержек, которая отражает стоимость производства или предоставления услуг;

$g(x)$ – функция косвенных издержек, учитывающая затраты на маркетинг, ре-

кламу, административные расходы и другие неявные издержки.

Функция $C(x)$ оптимизируется путем выбора оптимальных значений переменной x , которая может представлять собой объем производства, количество услуг или другие факторы, влияющие на издержки в бизнес-экосистеме. Конкретный вид функций $f(x)$ и $g(x)$ будет зависеть от характеристик и особенностей рассматриваемой бизнес-экосистемы и ее участников.

2. Функция максимизации доли рынка для участника бизнес-экосистемы может быть представлена следующим образом:

$$M(v) = v / (\sum a_i y_i) \rightarrow \max,$$

где $M(v)$ – функция максимизации доли рынка;

v – объем продаж, доля рынка или другая переменная, отражающая вклад участника в общий объем рынка;

a_i – параметр, который отражает влияние других факторов на долю рынка, при этом $\sum a_i = 1$;

y_i – фактор влияния.

Функция $M(v)$ выражает долю рынка участника бизнес-экосистемы в зависимости от объема его продаж и других факторов, которые могут влиять на его позицию на рынке.

3. Функция максимизации уровня удовлетворенности клиентов бизнес-экосистемы может быть представлена следующим образом:

$$S(z_1, \dots, z_m) = f(z_1, \dots, z_m) \rightarrow \max,$$

где $S(z_1, \dots, z_m)$ – функция максимизации уровня удовлетворенности клиентов;

$z_1, \dots, z_m$ – набор переменных, которые влияют на уровень удовлетворенности клиентов;

m – общее количество переменных, которые влияют на уровень удовлетворенности клиентов;

$f(z_1, \dots, z_m)$ – функция, которая описывает зависимость уровня удовлетворенности клиентов от переменных $z_1, \dots, z_m$.

Функция $S(z_1, \dots, z_m)$, т. е. набор ценностей, заключенных в продукт, представляет собой целевую функцию, которая оптимизируется с целью достижения максимального уровня удовлетворенности клиентов в бизнес-экосистеме. Переменные $z_1, \dots, z_m$ могут включать такие факторы, как качество продукта или услуги, цена, программа лояльности, уровень сервиса (в том числе удобство осуществления покупки, доставка и т. д.), инновационность, постпродажное обслуживание, утилизация и другие характеристики, которые оказывают влияние на удовлетворенность клиентов.

В заключение необходимо отметить, что построение математической модели бизнес-экосистемы как одного из ключевых элементов цифровой экономики имеет не только теоретическое, но и важное практическое значение. Являясь в определенной степени идеализацией поведения реальных объектов, она позволяет прогнозировать как поведение отдельно взятых организаций или потребителей, так и вектор развития всей бизнес-экосистемы в целом. Кроме того, это дает возможность очертить своеобразные экономические границы бизнес-экосистемы, показывая пределы выгоды пребывания в ней для различных групп ее участников. Представленный подход к построению математической модели характеризуется универсальностью и может применяться к бизнес-экосистемам различного типа вне зависимости от сферы деятельности, позволяя адаптировать управленческое воздействие для достижения поставленных целей.

Список литературы

1. Богуславский И. В., Угнич Е. А. Развитие венчурной экосистемы: роль организационной культуры // Вестник евразийской науки. – 2014. – № 2 (21). – URL: <https://>

cyberleninka.ru/article/n/razvitie-venchurnoy-ekosistemy-rol-organizatsionnoy-kultury (дата обращения: 11.08.2022).

2. Денисов И. В., Положишникова М. А., Кутыбаева Н. Б., Петренко Е. С. Цифровые предпринимательские экосистемы: бизнес-платформы как средство повышения эффективности // Вопросы инновационной экономики. – 2020. – № 1. – С. 45–56.

3. Каленов О. Е. Трансформация бизнес-модели: от классической организации к экосистеме // Вестник Российского экономического университета имени Г. В. Плеханова. – 2020. – Т. 17. – № 3 (111). – С. 124–131.

4. Клейнер Г. Б. Экономика экосистем: шаг в будущее // Экономическое возрождение России. – 2019. – № 1 (59). – С. 40–45.

5. Кукушкин С. Н. Детерминанты бизнес-экосистемы // Вестник Российского экономического университета имени Г. В. Плеханова. – 2021. – Т. 18. – № 3 (117). – С. 76–81.

6. Кулапов М. Н., Переверзева Е. И., Кириллова О. Ю. Бизнес-экосистемы: определения, типологии, практики развития // Вопросы инновационной экономики. – 2022. – Т. 12. – № 3. – С. 1597–1612.

7. Adner R. Ecosystem as Structure: an Actionable Construct for Strategy // Journal of Management. – 2017. – Vol. 43. – N 1. – P. 39–58.

8. Autio E., Thomas L. D. W. Innovation Ecosystems: Implications for Innovation Management? // Dodgson M., Gann D., Phillips N. (Eds.). The Oxford Handbook of Innovation Management. – Oxford : Oxford University Press, 2014. – P. 204–288.

9. Isenberg D. What an Entrepreneurship Ecosystem Actually Is // Harvard Business Review. – 2014. – Vol. 5. – P. 1–7.

10. Jacobides M. G., Cennamo C., Gawer A. Towards a Theory of Ecosystems // Strategic Management Journal. – 2018. – № 8. – P. 2255–2276.

11. Moore J. F. Predators and Prey: A New Ecology of Competition // Harvard Business Review. – 1993. – May/June. – P. 75–86.

References

1. Boguslavskiy I. V., Ugnich E. A. Razvitie venchurnoy ekosistemy: rol organizatsionnoy kultury [The Development of Venture Eco-System: the Role of Organizational Culture]. *Vestnik evraziyskoy nauki* [Bulletin of Eurasian Science], 2014, No. 2 (21). (In Russ.). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-venchurnoy-ekosistemy-rol-organizatsionnoy-kultury> (accessed 11.08.2022).

2. Denisov I. V., Polozhishnikova M. A., Kutybaeva N. B., Petrenko E. S. Tsifrovye predprinimatelskie ekosistemy: biznes-platformy kak sredstvo povysheniya effektivnosti [Digital Entrepreneurial Ecosystems: Business-Platforms as Way of Raising Efficiency]. *Voprosy innovatsionnoy ekonomiki* [Issues of Innovation Economics], 2020, No. 1, pp. 45–56. (In Russ.).

3. Kalenov O. E. Transformatsiya biznes-modeli: ot klassicheskoy organizatsii k ekosisteme [Business-Model Transformation: from Classical Organization to Eco-System]. *Vestnik Rossiyskogo ekonomicheskogo universiteta imeni G. V. Plekhanova* [Vestnik of the Plekhanov Russian University of Economics], 2020, Vol. 17, No. 3 (111), pp. 124–131. (In Russ.).

4. Kleyner G. B. Ekonomika ekosistem: shag v budushchee [Economics of Ecosystem: Step to the Future]. *Ekonomicheskoe vrozozhdenie Rossii* [Economic Restoration of Russia], 2019, No. 1 (59), pp. 40–45. (In Russ.).

5. Kukushkin S. N. Determinanty biznes-ekosistemy [Determinants of Ecosystem]. *Vestnik Rossiyskogo ekonomicheskogo universiteta imeni G. V. Plekhanova* [Vestnik of the Plekhanov Russian University of Economics], 2021, Vol. 18, No. 3 (117), pp. 76–81. (In Russ.).

6. Kulapov M. N., Pereverzeva E. I., Kirillova O. Yu. Biznes-ekosistemy: opredeleniya, tipologii, praktiki razvitiya [Business-Ecosystems: Definitions, Typology, Practices of Development]. *Voprosy innovatsionnoy ekonomiki* [Issues of Innovation Economics], 2022, Vol. 12, No. 3, pp. 1597–1612. (In Russ.).
7. Adner R. Ecosystem as Structure: an Actionable Construct for Strategy. *Journal of Management*, 2017, Vol. 43, No. 1, pp. 39–58.
8. Autio E., Thomas L. D. W. Innovation Ecosystems: Implications for Innovation Management? *Dodgson M., Gann D., Phillips N. (Eds.). The Oxford Handbook of Innovation Management*. Oxford, Oxford University Press, 2014, pp. 204–288.
9. Isenberg D. What an Entrepreneurship Ecosystem Actually Is. *Harvard Business Review*, 2014, Vol. 5, pp. 1–7.
10. Jacobides M. G., Cennamo C., Gawer A. Towards a Theory of Ecosystems. *Strategic Management Journal*, 2018, No. 8, pp. 2255–2276.
11. Moore J. F. Predators and Prey: A New Ecology of Competition. *Harvard Business Review*, 1993, May/June, pp. 75–86.

Сведения об авторе

Олег Евгеньевич Каленов

кандидат экономических наук, доцент
кафедры теории менеджмента
и бизнес-технологий РЭУ им. Г. В. Плеханова.
Адрес: ФГБОУ ВО «Российский экономический
университет имени Г. В. Плеханова», 109992,
Москва, Стремянный пер., д. 36.
E-mail: oekalenov@yandex.ru

Information about the author

Oleg E. Kalenov

PhD, Assistant Professor
of the Department for Management Theory
and Business Technologies of the PRUE.
Address: Plekhanov Russian University
of Economics, 36 Stremyanny Lane,
Moscow, 109992, Russian Federation.
E-mail: oekalenov@yandex.ru