

Модель формирования эффективного бизнеса

Халин В. Г. *, Чернова Г. В., Калайда С. А.

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Российская Федерация; *v.halin@spbu.ru

РЕФЕРАТ

Задача повышения результативности бизнеса всегда выдвигает проблему выбора самых эффективных направлений его обеспечения. Статья посвящена вопросам обоснования критерия эффективности бизнеса, в соответствии с требованиями которого и должны определяться те направления развития бизнеса, которые обеспечивают ему наибольшую эффективность. В статье выдвинута и подтверждена гипотеза о том, что по выбранному критерию наибольшую эффективность может обеспечивать не только вариант одновременной реализации всех возможных направлений повышения эффективности, но и вариант их внедрения по частям — в виде наборов направлений. Авторами предложена модель формирования эффективного бизнеса, использующая оптимальность по Парето и реализуемая на базе двух разработанных Алгоритмов, которая проиллюстрирована на числовом примере.

Ключевые слова: эффективный бизнес, направления повышения эффективности бизнеса, оптимальность по Парето, алгоритмы, наборы повышения эффективности бизнеса

Для цитирования: Халин В. Г., Чернова Г. В., Калайда С. А. Модель формирования эффективного бизнеса // Управленческое консультирование. 2022. № 7. С. 66–87.

Model of Effective Business Formation

Vladimir G. Khalin*, Galina V. Chernova, Svetlana A. Kalayda

Saint-Petersburg State University, Saint Petersburg, Russian Federation; *v.halin@spbu.ru

ABSTRACT

The task of improving business performance always raises the problem of choosing the most effective ways to ensure it. The article is devoted to the substantiation of the business efficiency criterion, in accordance with the requirements of which those areas of business development that provide it with the greatest efficiency should be determined. The article puts forward and confirms the hypothesis that, according to the selected criterion the greatest efficiency can be provided not only by the variant of the simultaneous implementation of all possible directions for increasing efficiency, but also by the variant of their implementation in parts — in the form of sets of directions. The authors propose a model for the formation of an effective business, using Pareto optimality and implemented on the basis of two developed Algorithms, which is illustrated by a numerical example.

Keywords: efficient business, directions for improving business efficiency, Pareto optimality, Algorithms, sets for business efficiency improving

For citing: Khalin V.G., Chernova G.V., Kalayda S.A. Model of Effective Business Formation // Administrative consulting. 2022. N 7. P. 66–87.

Введение

Повышение эффективности является чрезвычайно актуальным для любого бизнеса, поэтому изучению вопросов, связанных с его обеспечением и реализацией, посвящено достаточно много работ [4; 15; 17].

Создание или развитие любого бизнеса предполагает построение для него определенного бизнес-плана, содержащего в том числе перечень тех направлений развития бизнеса, внедрение которых будет повышать его эффективность.

Но в этом случае возникают следующие вопросы:

- как оценивать эффективность бизнеса;
- чему отдать предпочтение — внедрять ли сразу все возможные направления повышения эффективности бизнеса или остановиться на внедрении лишь только их части, но тогда на какой?

Рассмотрению этих проблем посвящена данная статья, что и определяет ее актуальность.

Целью статьи является изложение модели, реализующей подход к формированию как целевой функции, отражающей эффективность бизнеса, так и метода определения той совокупности отдельных направлений повышения эффективности, на которой целевая функция будет принимать максимальное значение, т.е. будет обеспечивать наибольшую эффективность бизнеса.

В статье выдвигается следующая гипотеза — при использовании критерия эффективности бизнеса как суммы реального экономического эффекта и экономии затрат помимо варианта бизнеса, реализующего все возможные направления повышения его эффективности, могут быть другие, реализующие лишь часть из этих направлений, но обеспечивающие ему более высокую эффективность.

Новизной предлагаемого подхода к построению модели является обоснование критерия эффективности бизнеса, направленного не только на получение реального экономического эффекта, но и на обеспечение эффективности затрат, построение двух Алгоритмов, реализующих модель, а также такое использование в них свойств оптимальности по Парето, которое направлено на оптимизацию целевой функции.

Критерии и целевая функция эффективности бизнеса

При создании любого бизнеса или при выборе направлений развития уже существующего бизнеса лицо, принимающее решение (ЛПР), интересуется его эффективностью [18], в том числе обусловленная созданием и использованием новых механизмов, методологических подходов и инновационных технологий [6; 8; 10].

В отдельных источниках рассматривается эффективность деятельности предприятия под воздействием цифровизации — современной тенденции общественного развития [1; 9; 11; 14; 20].

Проблемы оценки эффективности деятельности предприятий рассматриваются не только в отечественной, но и в зарубежной специальной литературе [21–24].

В современной экономической литературе имеется множество различных методик [7; 5; 13] и моделей [3; 12] оценки эффективности.

При решении проблемы эффективности деятельности предприятия ЛПР зачастую сталкивается с вопросами выбора конкретных направлений ее повышения. При этом речь идет либо об одновременном использовании в бизнесе сразу всей возможной совокупности направлений повышения эффективности, или только некоторой ее части, включающей лишь отдельные направления.

Вся совокупность возможных направлений повышения эффективности — их исходное множество, описывается следующими параметрами:

- i — текущий номер направления повышения эффективности бизнеса, $i = 1, \dots, I$;
- p_i — потенциальный экономический эффект, определяемый как эффект, обусловленный внедрением в бизнес i -го направления повышения эффективности, но без учета затрат на его получение;
- z_i — затраты, обусловленные внедрением в бизнес i -го направления повышения эффективности.

Известно, что при оценке эффективности принимаемых решений важным является вопрос обоснования и выбора критерия эффективности деятельности [2]. Как показывает практика, ЛПР в целом интересуется одновременное значение

- реального экономического эффекта, который может быть получен бизнесом при внедрении в него как отдельного направления повышения эффективности, так и одновременно целой совокупности таких направлений;
- экономии затрат, которая может быть получена бизнесом в случае отказа применения в нем отдельных направлений повышения эффективности.

Именно одновременный интерес к значениям последних двух показателей (критериев) и является обоснованием выбора целевой функции E — экономического эффекта как суммы двух составляющих — реального экономического эффекта R и экономии затрат E_Z :

$$E = R + E_Z.$$

Ниже рассмотрим разные варианты внедрения в бизнес определенных направлений повышения его эффективности.

Вариант 1 — в бизнес внедряется только одно i -е направление повышения эффективности.

В этом случае реальный экономический эффект будет равен

$$r_i = (p_i - z_i),$$

а экономия затрат ez_i , обусловленная тем, что в бизнес внедрено только это i -е направление повышения эффективности, будет равна

$$ez_i = (Z - z_i),$$

где Z — суммарные затраты, связанные с одновременным внедрением в бизнес всех направлений повышений его эффективности.

Вариант 2 — в бизнес внедряются сразу все M возможных направлений повышения эффективности.

В этом случае потенциальный экономический эффект P_M будет равен

$$P_M = \sum_{i=1}^M p_i,$$

суммарные затраты Z_M будут равны

$$Z_M = \sum_{i=1}^M z_i,$$

а суммарный реальный экономический эффект R_M будет определяться как

$$R_M = P_M - Z_M.$$

Так как по этому варианту все M направлений повышения эффективности внедряются сразу, экономии затрат не будет, т. е.

$$EZ_M = Z_M - Z_M = 0,$$

и поэтому целевая функция

$$E_M = R_M.$$

Вариант 3 — в бизнес внедряются не все сразу M возможных направлений повышения эффективности, а только определенный набор направлений l_k , формируемый по k -му варианту создания набора.

В этом случае значение целевой функции E_{l_k} — экономического эффекта, обусловленного внедрением в бизнес набора l_k направлений повышения эффективности, будет рассчитываться по формуле

$$E_{l_k} = R_{l_k} + EZ_{l_k} .$$

Здесь

- R_{l_k} — реальный экономический эффект, обусловленный одновременным внедрением в бизнес всех направлений повышения его эффективности, которые вошли в набор l_k . Рассчитывается по формуле

$$R_{l_k} = \sum_{i \in l_k} r_i ;$$

- EZ_{l_k} — экономия затрат, обусловленная внедрением в бизнес только тех направлений повышения его эффективности, которые вошли в набор l_k . Появление экономии здесь обусловлено тем, что в бизнес не внедряются все те направления повышения эффективности, которые не вошли в набор l_k . Рассчитывается EZ_{l_k} по формуле

$$EZ_{l_k} = \left(Z_M - \sum_{i \in l_k} z_i \right) = \sum_{i \in \bar{l}_k} z_i ,$$

где

- Z_M — суммарные затраты, обусловленные одновременным внедрением в бизнес всех M направлений повышения эффективности;
- $\sum_{i \in l_k} z_i$ — суммарные затраты, обусловленные одновременным внедрением в бизнес тех направлений повышения эффективности, которые вошли в набор l_k ;
- $\sum_{i \in \bar{l}_k} z_i$ — экономия затрат по тем направлениям эффективности, которые не вошли в набор l_k .

Общая идея применения метода Парето для построения эффективного бизнеса

Как уже отмечалось, $E_{l_k} = R_{l_k} + EZ_{l_k}$ — это экономический эффект, обусловленный внедрением в бизнес отдельного набора l_k направлений повышения эффективности, где R_{l_k} — это реальный экономический эффект, а EZ_{l_k} — экономия затрат. И именно в максимизации экономического эффекта E_{l_k} заинтересовано ЛПР.

Так как задача формирования отдельного набора направлений повышения эффективности бизнеса является двухкритериальной, для ее решения можно воспользоваться многокритериальными методами определения множества Парето, суженного по сравнению с первоначально заданным множеством [16; 19].

В терминах метода Парето задача определения максимального значения целевой функции сводится к следующему. На основе расширенного множества альтернатив строится множество Парето — суженное подмножество альтернатив, на котором и определяется оптимальное значение целевой функции.

Какие особенности задачи поиска набора направлений повышения эффективности позволяют воспользоваться методом Парето?

Прежде всего, необходимо отметить, что задача поиска набора l_k описывается двумя частными критериями:

- максимизация реального экономического эффекта бизнеса, описываемого функцией $f_1(x)$;
- максимизация экономии затрат, описываемой функцией $f_2(x)$.

Обе функции заданы на множестве альтернатив ($i = 1, \dots, I$), т.е. на множестве $X = \{x_1, x_2, \dots, x_I\}$ направлений повышения эффективности бизнеса.

При этом необходимость поиска решения, одновременно отвечающего задаче максимизации E_k по обоим критериям, обуславливает целесообразность рассмотрения именно совместных значений функций $f_1(x)$ и $f_2(x)$, т.е. совместных значений пар $(f_1(x_i), f_2(x_i))$.

Суть построения множества Парето сводится к выбору из всех возможных альтернатив совместных значений функций $(f_1(x_i), f_2(x_i))$ тех, которые доминируют над остальными.

В результате сужения первоначально заданного множества альтернатив I до множества Парето $P(X)$, включающего лишь несколько альтернатив, задача поиска лучших совместных значений реального экономического эффекта и экономии затрат сводится к рассмотрению уменьшенного, по сравнению с исходным, числа совместных значений этих параметров бизнеса.

Из теории построения множества Парето известно, что максимальное значение целевая функция может принимать на одной или нескольких альтернативах. Поэтому для того чтобы его найти, необходимо просчитать значение целевой функции для каждой из альтернатив множества Парето.

Направления повышения эффективности бизнеса, номера которых отвечают альтернативам множества Парето, формируют l_k — k -й вариант набора направлений l , полученный на k -м этапе Алгоритма 1. При этом номера направлений набора l_k отвечают всем альтернативам множества Парето, полученного на этом k -м этапе Алгоритма 1. Для набора l_k значение целевой функции также необходимо рассчитать.

Необходимость специального расчета целевой функции одновременно для всей совокупности альтернатив множества Парето обусловлена особенностью постановки задачи. Обычный вариант использования метода Парето предполагает поиск единственной альтернативы, обеспечивающей максимальное значение целевой функции, а данная постановка задачи является более широкой — она ставит проблему поиска всех возможных наборов альтернатив (наборов повышения эффективности), обеспечивающих оптимальное значение целевой функции.

В целом задача поиска на основе применения метода Парето максимального значения предложенной нелинейной целевой функции — экономического эффекта как суммы реального экономического эффекта и экономии затрат, предполагает:

- построение исходного множества направлений повышения эффективности бизнеса (исходного множества альтернатив), используемого как база для построения множества Парето;
- расчет значения целевой функции для исходного множества направлений повышения эффективности;
- построение множества Парето из исходного множества альтернатив, каждая из которых (альтернатив) описывается попарным значением реального экономического эффекта и экономии затрат;
- формирование набора направлений повышения эффективности бизнеса, отвечающего альтернативам всего множества Парето;
- расчет значения целевой функции для набора направлений повышения эффективности, построенного на всей совокупности альтернатив множества Парето;
- расчет значений целевой функции для каждого направления повышения эффек-

тивности, отвечающего отдельной альтернативе множества Парето, и выбор максимального из них;

- определение максимального значения целевой функции на основе сравнения ее значений, рассчитанных для всего исходного множества альтернатив — всех направлений повышения эффективности; для каждой из альтернатив множества Парето, связанной с определенным направлением повышения эффективности; для всей совокупности альтернатив множества Парето, формирующей соответствующий набор направлений повышения эффективности;
- определение итогового набора направлений повышения эффективности — того, на котором достигается максимум целевой функции.

Если максимум целевой функции достигается на исходном множестве альтернатив — на исходном множестве направлений повышения эффективности, то это означает, что максимальное значение экономического эффекта будет достигаться при реализации в бизнесе сразу всех направлений повышения эффективности.

Если максимум достигается на какой-то одной альтернативе, то это означает, что внедрение в бизнес только одного соответствующего этой альтернативе направления повышения эффективности и обеспечивает максимальное значение экономического эффекта.

Если максимум достигается на всей совокупности альтернатив множества Парето, то это означает, что максимальное значение экономического эффекта будет достигаться при одновременной реализации в бизнесе всех направлений повышения эффективности, отвечающих всему множеству Парето.

Целевой функцией бизнеса является экономический эффект, рассчитываемый как сумма реального экономического эффекта и экономии затрат, поэтому обозначенные варианты получения его наибольшего значения обеспечивают максимальную эффективность бизнеса.

Алгоритм 1 построения наборов направлений повышения эффективности бизнеса

Исходная информация для реализации Алгоритма 1 представляется в виде табл. 1, в которой отражаются значения потенциального экономического эффекта p_i и затрат z_i по каждому из возможных направлений i повышения эффективности бизнеса.

Таблица 1

Исходная информация примера
Table 1. The initial information of the example

i	p_i	z_i
1		
...		
I		

Как уже отмечалось выше, максимальное значение целевой функции — экономического эффекта — может достигаться:

- либо на всей исходной совокупности направлений повышения эффективности (случай 1);
- либо на совокупности направлений, отвечающих построенному множеству Парето (случай 2);
- либо на отдельных направлениях повышения эффективности, отвечающих каждой из альтернатив построенного множества Парето (случай 3).

Именно поэтому искомым набор направлений повышения эффективности бизнеса может состоять из всех направлений повышения эффективности (сл. 1), из направлений, формирующих множество Парето (сл. 2), и на одном или нескольких направлениях, которые соответствуют отдельным альтернативам множества Парето (сл. 3).

Известно, что определенному варианту исходного множества альтернатив отвечает только одно множество Парето, на котором может быть найдено максимальное значение целевой функции — либо на отдельных альтернативах, либо сразу на их совокупности, отвечающей множеству Парето.

Однако на практике могут представлять интерес и другие наборы направлений повышения эффективности — сформированные из уменьшенных по составу исходных множеств альтернатив.

Так, допустим, что первоначально, т. е. на первом этапе построения всех допустимых наборов направлений повышения эффективности бизнеса, все множество направлений повышения эффективности — исходное множество альтернатив, включало 10 направлений. Применение к нему метода Парето на этом (первом) этапе выявляет первое суженное множество альтернатив — направлений 4, 5 и 9, формирующих набор l_1 , для которого будет найдено максимальное значение целевой функции — либо на одной из альтернатив, либо сразу на всей совокупности альтернатив найденного множества Парето.

Но это значение целевой функции было найдено именно для первоначального исходного множества альтернатив, включающего 10 направлений повышения эффективности. После того, как набор направлений повышения эффективности l_1 найден, направления, которые вошли в него, в последующих расчетах не участвуют. Это означает, что в дальнейшем поиске других наборов направлений повышения эффективности бизнеса участвует исходное множество, состоящее уже не из 10, а только из 7 альтернатив. Три альтернативы — 4, 5 и 9 — из дальнейшего рассмотрения исключаются.

На следующем (втором) этапе поиска другого возможного набора направлений к оставшимся 7 альтернативам вновь применяется метод Парето, результатом чего является построение набора направлений l_2 . Для этого найденного набора целевая функция также принимает оптимальное значение на множестве Парето.

Максимальное число K — это количество вариантов построения множества Парето на основе уменьшающегося исходного множества альтернатив, или, что то же самое, — количество наборов направлений повышения эффективности бизнеса l_k ($k = 1, \dots, K$), и, соответственно, этапов построения таких наборов. Оно определяется особенностями исходной информации, но не может быть больше первоначально заданного числа возможных направлений повышения эффективности I .

Как следствие, число возможных наборов направлений повышения эффективности бизнеса K (число возможных вариантов применения метода Парето) определяет максимально возможное количество этапов Алгоритма 1.

Однако в зависимости от цели ЛПР, связанной с поиском различных наборов направлений повышения эффективности, количество реализованных этапов Алгоритма 1 по сравнению с максимально возможным тоже может быть различным. Оно может быть равно максимально возможному числу этапов Алгоритма 1, когда ЛПР интересуют все возможные наборы направлений повышения эффективности бизнеса, а может быть и меньше его, когда ЛПР удовлетворен промежуточным вариантом — уже полученными определенными наборами направлений повышения эффективности.

Алгоритм 1 построения всех возможных наборов направлений повышения эффективности бизнеса может быть представлен в виде следующей схемы (рисунок).

Несколько слов о соотношении значений целевых функций при переходе от одного этапа Алгоритма к другому.

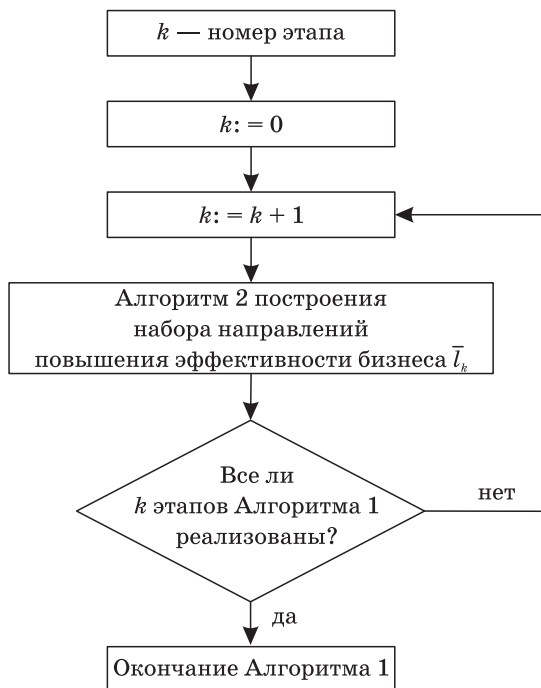


Рис. Схема реализации Алгоритма 1 — формирования наборов направлений повышения эффективности бизнеса \bar{l}_k
 Fig. Scheme of Algorithm 1 – formation of sets of directions for improving business efficiency \bar{l}_k

Так как при переходе от этапа k Алгоритма 1 к этапу $(k + 1)$ исходное множество направлений повышения эффективности этапа M_k уменьшается до размера M_{k+1} , то

- значение целевой функции $E_{M_{k+1}}$ на всем множестве альтернатив M_{k+1} (множестве направлений повышения эффективности) будет меньше, чем значение целевой функции E_{M_k} на всем множестве альтернатив k -го этапа:

$$E_{M_{k+1}} < E_{M_k},$$

- значение целевой функции $(k + 1)$ -го этапа $E_{l_{k+1}}$ для набора l_{k+1} будет меньше, чем значение целевой функции k -го этапа E_{l_k} для набора l_k :

$$E_{l_{k+1}} < E_{l_k},$$

- значения целевой функции на любой из альтернатив набора l_{k+1} будут меньше значений целевой функции на любой из альтернатив набора l_k . Это объясняется тем, что в набор l_{k+1} вошли альтернативы из исходного множества M_{k+1} , которое по сравнению с M_k — исходным множеством k -го этапа, становится уменьшенным. При этом на предыдущих этапах Алгоритма 1 лучшие альтернативы направлений повышения эффективности бизнеса уже ушли в найденные наборы этих предыдущих этапов.

Результатом Алгоритма 1 (при использовании внутри него Алгоритма 2) являются найденные на каждом k -м текущем этапе Алгоритма 1 максимальные значения целевой функции \bar{E}_k и та совокупность (набор) направлений повышения эффективности бизнеса \bar{l}_k , на которой это максимальное значение целевой функции получено, и поэтому ее внедрение обеспечит бизнесу наибольшую эффективность.

Итоговый набор направлений повышения эффективности бизнеса \bar{l}_k как набор, обеспечивающий максимальное значение целевой функции на k -м этапе Алгоритма, может быть получен

- либо на всем исходном множестве направлений повышения эффективности бизнеса k -го этапа Алгоритма 1 ($\bar{l}_k = M_k$);
- либо на наборе l_k всех направлений, отвечающих всей совокупности альтернатив соответствующего множества Парето ($\bar{l}_k = l_k$);
- либо на отдельном направлении, отвечающем одной из альтернатив множества Парето ($\bar{l}_k = s_q$).

Рассчитанные значения целевой функции для каждого из перечисленных вариантов набора направлений повышения эффективности будут равны:

E_{M_k} — для набора направлений M_k — исходного множества направлений повышения эффективности, используемого на k -м этапе Алгоритма 1;

E_{l_k} — для набора направлений l_k , отвечающего всей совокупности альтернатив множества Парето k -го этапа Алгоритма 1;

$\bar{E}_{ks_j} = E_{ks_j}$ — для направления, отвечающего той альтернативе s_q множества Парето k -го этапа Алгоритма 1, на которой обеспечивается значение целевой функции, являющееся максимальным по всем альтернативам множества Парето этого k -го этапа.

Итоговое максимальное для k -го этапа значение целевой функции рассчитывается как

$$\bar{E}_k = \max \{ E_{M_k}, E_{l_k}, \bar{E}_{ks_j} \}.$$

Оно указывает на тот набор направлений повышения эффективности бизнеса \bar{l}_k , на котором целевая функция на k -м этапе Алгоритма 1 принимает максимальное значение, равное \bar{E}_k .

Так,

- если $\bar{E}_k = E_{M_k}$, то $\bar{l}_k = M_k$ и наибольшую эффективность (максимальное значение целевой функции) будет иметь бизнес, реализующий все M_k направлений повышения исходного множества k -го этапа;
- если $\bar{E}_k = E_{l_k}$, то $\bar{l}_k = l_k$ и наибольшую эффективность (максимальное значение целевой функции) будет иметь бизнес, реализующий все направления повышения эффективности бизнеса, которые вошли в найденный на k -м этапе набор l_k , отвечающий совокупности всех альтернатив множества Парето этого k -го этапа Алгоритма 1;
- если $\bar{E}_k = \max_{s_j \in l_k} E_{s_j} = E_{s_q}$, то $\bar{l}_k = s_q$ и наибольшую эффективность (максимальное значение целевой функции) будет иметь бизнес, реализующий единственное направление повышения эффективности бизнеса, отвечающее одной из альтернатив множества Парето k -го этапа Алгоритма 1.

Алгоритм 2 построения \bar{l}_k — отдельного k -го набора направлений повышения эффективности бизнеса, обеспечивающего максимум целевой функции

Алгоритм 2 реализуется в рамках каждого k -го этапа Алгоритма 1 при формировании \bar{l}_k — набора направлений повышения эффективности, обеспечивающего максимальное значение целевой функции \bar{E}_k .

Определение окончательного набора направлений повышения эффективности \bar{l}_k предполагает формирование следующих вариантов наборов:

- M_k — набора направлений, являющегося исходным на этапе k Алгоритма 1;
- l_k — набора направлений повышения эффективности, найденного на всем множестве Парето k -го этапа Алгоритма 1;
- J_k наборов направлений повышения эффективности бизнеса k -го этапа Алгоритма 1, каждый из которых отвечает только одной альтернативе s_j множества Парето, найденного на этом этапе k Алгоритма 1. При этом общее число альтернатив множества Парето k -го этапа равно J_k ($j = 1, \dots, J_k$).

Для каждого из названных вариантов формирования наборов направлений рассчитывается значение целевой функции и среди них выбирается максимальное. Отвечающий максимальному значению целевой функции набор направлений является искомым набором \bar{l}_k — тем, на котором и достигается E_k — максимальное значение суммы экономического эффекта и экономии затрат.

Шаг 1. *Определение M_k — исходного состава возможных направлений повышения эффективности бизнеса, используемого на k -м этапе Алгоритма 1.*

Определение набора направлений повышения эффективности бизнеса l_k на k -м этапе Алгоритма 1 предполагает формирование исходного множества всех возможных направлений повышения эффективности M_k . Именно оно, с дальнейшим применением метода Парето, используется для формирования набора направлений повышения эффективности \bar{l}_k , формируемого на k -м этапе Алгоритма 1.

Для первого этапа Алгоритма 1 ($k = 1$) исходное множество $M_k = M_I$, где I — первоначально заданное число всех возможных направлений повышения эффективности бизнеса.

Для k -го этапа Алгоритма 1 при ($k > 1$) исходный состав направлений повышения эффективности M_k определяется, во-первых, M_{k-1} — исходным составом направлений повышения эффективности предыдущего ($k - 1$)-го этапа Алгоритма 1, и, во-вторых, теми направлениями повышения эффективности, которые вошли в состав набора направлений l_{k-1} , найденного на ($k - 1$)-м этапе, — они уйдут из состава M_k :

$$M_k = M_{k-1} - (i \in l_{k-1}).$$

Шаг 2. *Формирование исходной и расчетной информации для k -го этапа Алгоритма 1, используемой для построения множества Парето, и представление ее в виде табл. 1.к¹.*

В принятых обозначениях:

- i — текущий номер направления повышения эффективности; $i = 1, \dots, M_k$, где M_k — полный состав всех возможных направлений повышения эффективности бизнеса, рассматриваемых на k -м этапе Алгоритма 1, из числа которых формируется l_k -й набор направлений повышения эффективности;
- P_k — суммарный потенциальный эффект, обусловленный одновременным внедрением в бизнес всех возможных на k -м этапе Алгоритма 1 M_k направлений повышения его эффективности, рассчитываемый по формуле

$$P_k = \sum_{i \in M_k} P_i.$$

¹ Рабочие таблицы любого k -го этапа Алгоритма 1 имеют двойную нумерацию: первый символ обозначает текущий номер таблицы, применяемой при реализации Алгоритма 2 внутри k -го этапа Алгоритма 1, а второй символ — номер этапа k .

Исходная и расчетная информация, используемая в рамках этапа k Алгоритма 1 при формировании \bar{l}_k -го набора направлений повышения эффективности бизнеса — того набора направлений, на котором и достигается максимальное значение целевой функции k -го этапа \bar{E}_k^*

Table 1.k. Initial and calculated information used in the framework of stage k of Algorithm 1 in the formation of the \bar{l}_k -th set of directions for improving business efficiency — the set of directions in which the maximum value of the objective function of the k -th stage is achieved \bar{E}_k

i	p_i	z_i	$r_i = (p_i - z_i)$	$ez_i = (Z_k - z_i)$
1	2	3	4	5
1				
...				
M_k				
	P_k	Z_k	R_k	

*Единица измерения потенциального экономического эффекта p_i и затрат z_i — тыс. руб.

Для этапа 1 Алгоритма 1 суммарный потенциальный эффект будет определяться всеми заданными изначально возможными направлениями повышения эффективности $I(M_1 = I)$, из которых будут формироваться различные наборы направлений повышения эффективности, и поэтому он рассчитывается по формуле

$$P_1 = \sum_{i \in I} p_i;$$

- Z_k — затраты, обусловленные одновременным внедрением в бизнес всех возможных на k -м этапе Алгоритма 1 M_k направлений повышения его эффективности, рассчитываемые по формуле

$$Z_k = \sum_{i \in M_k} z_i.$$

Для этапа 1 Алгоритма 1 затраты будут определяться всеми заданными изначально возможными направлениями повышения эффективности $I(M_1 = I)$, из которых будут формироваться различные наборы направлений повышения эффективности, и поэтому они рассчитываются по формуле

$$Z_1 = \sum_{i \in I} z_i;$$

- $r_i = (p_i - z_i)$ — реальный экономический эффект, обусловленный использованием в бизнесе i -го направления повышения его эффективности. Рассчитывается для каждого i -го направления повышения эффективности, входящего в состав M_k ;
- R_k — суммарный реальный экономический эффект, обусловленный одновременным внедрением в бизнес всех возможных на k -м этапе Алгоритма 1 M_k направлений повышения его эффективности, рассчитываемый по формуле

$$R_k = \sum_{i \in M_k} r_i.$$

Для первого этапа Алгоритма 1

$$R_1 = \sum_{i \in I} r_i;$$

- $ez_i = (Z_k - z_i)$ — экономия затрат, обусловленная тем, что в бизнесе используется только i -е направление повышения его эффективности. Рассчитывается для каждого i -го направления повышения эффективности, входящего в состав M_k .

Шаг 3. Расчет значения целевой функции E_{M_k} на множестве всех возможных направлений повышения эффективности M_k .

$$E_{M_k} = R_k = \sum_{i \in M_k} r_i.$$

Шаг 4. Формирование множества Парето k -го этапа Алгоритма 1 и соответствующего ему набора направлений повышения эффективности бизнеса l_k .

В общем случае, для любого этапа k Алгоритма 1 множество Парето формируется на основе табл. 1.к.

Исходной для построения множества Парето на k -м этапе Алгоритма 1 является информация 4-го и 5-го столбцов табл. 1.к.

Содержание i -й строки столбца 4 отражает размер реального экономического эффекта, получаемого при использовании в бизнесе i -го направления повышения эффективности, а столбца 5 — экономию затрат, которая обусловлена тем, что в бизнесе будет использоваться только i -е направление повышения эффективности. Здесь экономия возникает за счет отказа от использования в бизнесе всех других направлений, кроме i -го.

Содержание столбцов 4 и 5 табл. 1.к. отвечает критерию эффективности бизнеса, предполагающему максимизацию как реального экономического эффекта, так и экономии затрат, обусловленных использованием в бизнесе определенных направлений повышения эффективности. В то же время содержание столбцов 4 и 5 по i -й строке представляет собою i -ю исходную альтернативу ($f_1(x_i), f_2(x_i)$) парных значений реального экономического эффекта и экономии затрат по i -му направлению повышения эффективности.

В целом содержание 4-го и 5-го столбцов всех M_k строк Таблицы 1.к. представляет собою исходное для k -го этапа Алгоритма 1 множество альтернатив, из которого и будет строиться суженное множество Парето.

Вошедшие во множество Парето k -го этапа Алгоритма 1 альтернативы s_j ($j = 1, \dots, J_k$), где J_k — общее количество альтернатив множества Парето k -го этапа, доминируют оставшиеся вне него альтернативы исходного множества.

Каждая альтернатива s_j k -го этапа Алгоритма 1 определяет соответствующий ей номер направления i_{s_j} ($s_j \rightarrow i_{s_j}$).

Вместе они определяют l_k — набор направлений повышения эффективности, отвечающих всем альтернативам множества Парето, сформированного на k -м этапе Алгоритма,

$$l_k = \{i_{s_j}, s_j = 1, \dots, J_k\}.$$

Шаг 5. Определение значения целевой функции E_k для найденного на k -м этапе Алгоритма 1 набора направлений повышения эффективности l_k .

Целью формирования множества Парето является определение того суженного множества альтернатив и отвечающего ему множества направлений повышения эффективности бизнеса, на котором может быть получено максимальное для исходной совокупности альтернатив значение целевой функции.

Для найденного набора направлений повышения эффективности бизнеса l_k одновременное использование в бизнесе всех вошедших в этот набор направлений обеспечивает значение целевой функции — экономического эффекта E_{l_k} , рассчитанного для этого набора как сумма реального экономического эффекта R_{l_k} и экономии затрат EZ_{l_k} , в размере

$$E_{l_k} = R_{l_k} + EZ_{l_k}. \quad (1)$$

Здесь

- $$R_{l_k} = \sum_{i \in l_k} r_i - \quad (2)$$

есть реальный экономический эффект, обусловленный реализацией набора направлений повышения эффективности l_k ;

- $$EZ_{l_k} = (Z_k - Z_{l_k}) = \left(\sum_{i \in M_k} z_i - \sum_{i \in l_k} z_i \right) - \quad (3)$$

экономию затрат, обусловленная применением в бизнесе l_k -го набора направлений повышения эффективности. Рассчитывается как разность всех затрат, определяемых использованием в бизнесе всех M_k возможных на k -м этапе Алгоритма 1 направлений повышения эффективности, и тех затрат, которые бизнес несет при использовании l_k -го набора направлений повышения эффективности.

Шаг 6. Определение значения целевой функции E_{s_j} для каждого направления повышения эффективности бизнеса, обусловленного альтернативой s_j , входящей во множество Парето k -го этапа

$$E_{s_j} = R_{s_j} + EZ_{s_j} = r_{s_j} + (Z_k - z_{s_j}),$$

где s_j ($j = 1, \dots, J_k$) — номер альтернативы, входящей во множество Парето, сформированное на k -м этапе Алгоритма 1.

Значения E_{s_j} рассчитываются для всех альтернатив s_j , входящих во множество Парето и определяющих номера направлений повышения эффективности, которые вошли в набор l_k . Среди них находится та альтернатива s_q , которой отвечает направление повышения эффективности бизнеса, обеспечивающее максимальное по всем альтернативам множества Парето значение целевой функции k -го этапа, равное

$$\bar{E}_{ks_j} = \max_{s_j} E_{s_j \in l_k} = E_{s_q}.$$

Шаг 7. Сравнение значений целевых функций E_{M_k} , E_{l_k} , \bar{E}_{ks_j} , выбор оптимального (наилучшего) из них, а также оптимального набора направлений повышения эффективности бизнеса.

Сравнение значений E_{M_k} , E_{l_k} , \bar{E}_{ks_j} на k -м этапе Алгоритма 1 дает возможность оценить эффективность бизнеса k -го этапа Алгоритма 1, реализуемого по следующим вариантам:

- вариант реализации бизнеса, предполагающий внедрение в него всех возможных на этом этапе Алгоритма направлений повышения эффективности M_k . Ему соответствует целевая функция E_{M_k} ;
- вариант реализации бизнеса, предполагающий внедрение в него тех направлений повышения эффективности бизнеса, которые вошли в набор направлений l_k . Ему соответствует целевая функция E_{l_k} ;

- варианты реализации бизнеса, предполагающие раздельное внедрение в него каждой из альтернатив множества Парето, т.е. внедрение каждого из направлений повышения эффективности, формирующего набор I_k .

Максимальное значение целевой функции, полученное по всем названным вариантам, $\bar{E}_k = \max \{E_{M_k}, E_{I_k}, \bar{E}_{ks_j}\}$, указывает на оптимальный набор (перечень) направлений повышения эффективности бизнеса \bar{I}_k , внедрение которых обеспечивает ему максимальную эффективность бизнеса, измеряемую как сумма реального экономического эффекта и экономии затрат.

Общим результатом применения Алгоритмов 1 и 2 для решения всей поставленной задачи является совокупность значений \bar{E}_k — оптимального (максимального) значения целевой функции, и \bar{I}_k — оптимального набора направлений повышения эффективности бизнеса, найденных для рассмотренных этапов k Алгоритма 1 ($k = 1, \dots, K$).

Таблица 2.к

Итоговые результаты рассмотренных k этапов Алгоритма 1

Table 2.k. The results of the considered k stages of the Algorithm 1

Номер этапа k	1	...		k
$\bar{E}_k = \max \{E_{M_k}, E_{I_k}, \bar{E}_{ks_j}\}$ — оптимальное (максимальное) значение целевой функции	\bar{E}_1	...		\bar{E}_k
\bar{I}_k — оптимальный набор направлений повышения эффективности бизнеса	\bar{I}_1	...		\bar{I}_k

Пример применения Алгоритмов 1 и 2 для построения эффективного бизнеса

Первоначально исходная информация представлена в виде табл. 1.

Таблица 1

Исходная информация примера

Table 1. The initial information of the example

i	p_i	z_i
1	16	14
2	20	11
3	10	6
4	18	10
5	20	8
6	22	7
7	28	5
8	32	7
9	35	18
10	32	14

В принятых обозначениях:

- i — текущий номер направления повышения эффективности совместного бизнеса, $i = 1, \dots, I$ ($I = 10$);

- p_i — потенциальный экономический эффект, определяемый как эффект, обусловленный внедрением в бизнес i -го направления повышения эффективности, но без учета затрат на его получение;
- z_i — затраты, обусловленные внедрением в совместный бизнес i -го направления повышения эффективности.

Первый этап Алгоритма 1 ($k = 1$) — построение набора направлений повышения эффективности \bar{l}_1

Построение этого набора идет на основе применения Алгоритма 2.

Шаг 1. *Определение $M_{k=1}$ — исходного состава возможных направлений повышения эффективности бизнеса, используемых на 1-м этапе Алгоритма 1.*

Для 1-го этапа Алгоритма 1 исходное множество всех возможных направлений повышения эффективности M_k , из которого будут формироваться все наборы \bar{l}_k , совпадает с первоначально заданным множеством направлений I : $M_k = M_1 = \{1, \dots, I\}$.

Шаг 2. *Формирование исходной и расчетной информации для первого этапа Алгоритма 1, используемой для построения множества Парето, и представление ее в виде табл. 1.1.*

Таблица 1.1

Исходная и расчетная информация, используемая в рамках этапа 1 Алгоритма 1 при формировании \bar{l}_1 -го набора направлений повышения эффективности бизнеса — того набора, на котором и достигается максимальное значение целевой функции 1-го этапа \bar{E}_1^*

Table 1.1. Initial and calculated information used within the framework of stage 1 of Algorithm 1 in the formation of the \bar{l}_1 -th set of business efficiency improvement directions — the set on which the maximum value of the objective function of the 1st stage \bar{E}_1 is achieved

i	p_i	z_i	$r_i = (p_i - z_i)$	$ez_i = (Z_1 - z_i)$
1	2	3	4	5
1	16	14	2	86
2	20	11	9	89
3	10	6	4	94
4	18	10	8	90
5	20	8	12	92
6	22	7	15	93
7	28	5	23	95
8	32	7	25	93
9	35	18	17	82
10	32	14	18	86
	$P_k = 233$	$Z_{k=1} = 100$	$R_{k=1} = 133$	

*Единица измерения потенциального экономического эффекта p_i и затрат z_i — тыс. руб.

Шаг 3. *Расчет значения целевой функции E_{M_1} на множестве всех возможных направлений повышения эффективности M_2 .*

$$E_{M_1} = R_1 = \sum_{i \in M_1} r_i = 133.$$

Шаг 4. Формирование множества Парето первого этапа Алгоритма 1 и соответствующего ему набора направлений повышения эффективности бизнеса l_1 .

Информация табл. 1.1 формирует исходное множество возможных альтернатив, используемое при построении множества Парето: (2; 86)₁; (9; 89)₂; (4; 94)₃; (8; 90)₄; (12; 92)₅; (15; 93)₆; (23; 95)₇; (25; 93)₈; (17; 82)₉; (18; 86)₁₀. При этом первой координатой любой альтернативы является реальный экономический эффект (столбец 4), а второй — экономия затрат (столбец 5).

Анализ множества всех альтернатив выявил множество Парето — независимые между собой альтернативы (25; 93)₈ и (23; 95)₇, которые доминируют по отношению к остальным.

Сформированное множество альтернатив Парето включает альтернативу s_1 , которой отвечает направление повышения эффективности с номером 7 ($s_1 \rightarrow 7$), и альтернативу s_2 , которой отвечает направление повышения эффективности с номером 8 ($s_2 \rightarrow 8$).

Найденным альтернативам множества Парето s_1 и s_2 отвечает набор l_1 — множество номеров направлений повышения эффективности бизнеса, найденное на первом этапе Алгоритма 1, в которое вошли 7-е и 8-е направления повышения эффективности бизнеса:

$$l_1 = \{7, 8\}.$$

Шаг 5. Определение значения целевой функции E_{l_1} для найденного на 1-м этапе Алгоритма 1 набора направлений повышения эффективности бизнеса l_1 .

На найденном наборе направлений повышения эффективности бизнеса l_1 целевая функция E_{l_1} принимает значение, рассчитываемое по формулам (1)–(3):

$$E_{l_1} = R_{l_1} + EZ_{l_1} = (23 + 25) + (100 - (5+7)) = 48 + 88 = 136.$$

Шаг 6. Определение значения целевой функции E_{s_j} для каждого направления повышения эффективности бизнеса, обусловленного альтернативой s_j , входящей во множество Парето 1-го этапа.

Для $s_1 \rightarrow 7$ функция $E_{s_1} = E_7 = R_7 + EZ_7 = r_7 + (Z_1 - z_7) = 23 + (100 - 5) = 118$, а для $s_2 \rightarrow 8$ функция $E_{s_2} = E_8 = R_8 + EZ_8 = r_8 + (Z_1 - z_8) = 25 + (100 - 7) = 118$.

Среди направлений повышения эффективности с номерами 7 и 8 максимальное значение \bar{E}_{1s_j} достигается одновременно для обоих значений s_j (для $s_1 \rightarrow 7$ и $s_2 \rightarrow 8$) и оно равно 118 единицам ($\bar{E}_{1s_j} = 118$).

Шаг 7. Сравнение значений целевых функций E_M , E_{l_1} , \bar{E}_{1s_j} , выбор оптимального (наилучшего) из них, а также оптимального набора направлений повышения эффективности бизнеса.

Максимальное значение целевой функции \bar{E}_1 , рассчитанное на первом этапе Алгоритма 1 ($k = 1$) на исходном множестве $M\{1, \dots, 10\}$ как $\max\{E_M, E_{l_1}, \bar{E}_{1s_j}\} = \max\{133, 136, 118\} = 136 = E_{l_1}$, показывает, что оптимальный набор направлений повышения эффективности бизнеса \bar{l}_1 включает 7-е и 8-е направления ($\bar{l}_1 = \{7, 8\}$), а полученное на нем максимальное значение целевой функции \bar{E}_1 равно 136 ед.

Второй этап Алгоритма 1 ($k = 2$) — построение набора направлений повышения эффективности \bar{l}_2

Построение этого набора идет на основе применения Алгоритма 2.

Шаг 1. Определение $M_k = 2$ — исходного состава возможных направлений повышения эффективности бизнеса, используемого на 2-м этапе Алгоритма 1.

Для 2-го этапа Алгоритма 1 ($k = 2$) множество исходных направлений повышения эффективности $M_k = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10\}$.

Шаг 2. Формирование исходной и расчетной информации для 2-го этапа Алгоритма 1, используемой для построения множества Парето, и представление ее в виде табл. 1.2.

Таблица 1.2

Исходная и расчетная информация, используемая в рамках этапа 2 Алгоритма 1 при формировании l_2 -го набора направлений повышения эффективности бизнеса — набора, на котором достигается максимальное значение целевой функции 2-го этапа E_2^*

Table 1.2. Initial and calculated information used within the framework of stage 2 of Algorithm 1 in the formation of the l_2 -th set of business efficiency improvement directions — the set on which the maximum value of the objective function of the 2st stage E_2^* is achieved

i	p_i	z_i	$r_i = (p_i - z_i)$	$ez_i = (Z_2 - z_i)$
1	2	3	4	5
1	16	14	2	64
2	20	11	9	77
3	10	6	4	82
4	18	10	8	78
5	20	8	12	80
6	22	7	15	81
9	35	18	17	70
10	32	14	18	74
	$P_2 = 173$	$Z_2 = 88$	$R_2 = 85$	

*Единица измерения потенциального экономического эффекта p_i и затрат z_i — тыс. руб.

Шаг 3. Расчет значения целевой функции E_{M_2} на множестве всех возможных направлений повышения эффективности M_2 .

$$E_{M_2} = R_2 = \sum_{i \in M_2} r_i = 85.$$

Шаг 4. Формирование множества Парето второго этапа Алгоритма 1 и соответствующего ему набора направлений повышения эффективности бизнеса l_2 .

Информация табл. 1.2 формирует исходное множество возможных альтернатив, используемое при построении множества Парето: (2; 64)₁; (9; 77)₂; (4; 82)₃; (8; 78)₄; (12; 80)₅; (15; 81)₆; (17; 70)₉; (18; 74)₁₀.

Анализ множества всех альтернатив выявил множество Парето — независимые между собой альтернативы (4; 82)₃, (15; 81)₆ и (18; 74)₁₀, которые доминируют по отношению к остальным.

Сформированное множество альтернатив Парето включает альтернативу s_1 , которой отвечает направление повышения эффективности с номером 3 ($s_1 \rightarrow 3$), альтернативу s_2 с номером 6 ($s_2 \rightarrow 6$) и альтернативу s_3 с номером 10 ($s_1 \rightarrow 10$).

Найденным альтернативам множества Парето s_1 , s_2 и s_3 отвечает набор l_2 — множество номеров направлений повышения эффективности бизнеса, найденное на втором этапе Алгоритма 1:

$$l_2 = \{3, 6, 10\}.$$

Шаг 5. Определение значения целевой функции E_{l_2} для найденного на втором этапе Алгоритма 1 набора направлений повышения эффективности l_2 .

На найденном наборе направлений повышения эффективности бизнеса l_2 целевая функция E_{l_2} принимает следующее значение:

$$E_{l_2} = R_{l_2} + EZ_{l_2} = 98.$$

Шаг 6. Определение значения целевой функции E_{s_j} для каждого направления повышения эффективности бизнеса, обусловленного альтернативой s_j , входящей во множество Парето 2-го этапа.

Для $s_1 \rightarrow 3$ функция $E_{s_1} = E_3 = R_3 + EZ_3 = 4 + (88 - 6) = 86$,

для $s_2 \rightarrow 6$ функция $E_{s_2} = E_6 = R_6 + EZ_6 = 15 + (88 - 7) = 96$,

для $s_3 \rightarrow 10$ функция $E_{s_3} = E_{10} = R_{10} + EZ_{10} = 18 + (88 - 14) = 92$.

Среди направлений повышения эффективности с номерами 3, 6 и 10 максимальное значение \bar{E}_{2s_j} достигается на альтернативе $s_2 \rightarrow 6$ и равно 96 единицам ($\bar{E}_{2s_2} = 96$).

Шаг 7. Сравнение значений целевых функций E_{M_2} , E_{l_2} , \bar{E}_{2s_j} , выбор оптимального (наилучшего) из них, а также оптимального набора направлений повышения эффективности бизнеса.

Максимальное значение целевой функции \bar{E}_2 , рассчитанное на втором этапе Алгоритма 1 ($k = 2$) на исходном множестве $M_2 = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10\}$ по формуле $\bar{E}_2 = \max \{E_{M_2}, E_{l_2}, \bar{E}_{2s_j}\} = \max \{85, 98, 96\} = 98 = E_{l_2}$, показывает, что оптимальный набор направлений повышения эффективности бизнеса \bar{l}_2 включает 3-е, 6-е и 10-е направления ($\bar{l}_2 = \{3, 6, 10\}$), а полученное на нем максимальное значение целевой функции \bar{E}_2 равно 98 ед.

Дальнейшая реализация третьего ($k = 3$), четвертого ($k = 4$) и пятого ($k = 5$) этапов Алгоритма 1 привела к следующим итоговым результатам данного примера (табл. 2).

Окончательные результаты применения Алгоритмов 1 и 2 представлены в строках 8 (\bar{E}_k — оптимальное значение целевой функции) и 9 (\bar{l}_k — оптимальный набор направлений повышения эффективности бизнеса), рассчитанные для каждого этапа k Алгоритма 1. Сравнение полученных по этапам алгоритма значений \bar{E}_k как

Таблица 2

Результаты применения Алгоритмов 1 и 2 по построению наборов направлений повышения бизнеса

Table 2. Results of using Algorithms 1 and 2 to build sets of business improvement directions

№	1	2	3	4	5	6
1	k	1	2	3	4	5
2	M_k	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10	1, 2, 4, 5, 9	1, 2, 4	1
3	l_k	$l_1 = \{7, 8\}$	$l_2 = \{3, 6, 10\}$	$l_3 = \{5, 9\}$	$l_4 = \{2, 4\}$	$l_5 = \{1\}$
4	$ez_i = Z - z_i$	$(100 - (5 + 7)) = 88$	$(88 - (6 + 7 + 14)) = 61$	$(61 - (8 + 18)) = 35$	$(35 - (11 + 10)) = 14$	0
5	E_{M_k}	133	85	48	19	2
6	E_{l_k}	136	98	64	31	2

1	k	1	2	3	4	5
7	$\bar{E}_{ks_j} = \max_{s_j \in l_k} E_{s_j}$	$\max\{118, 118\} = 118$	$\max\{86, 96, 92\} = 96$	$\max\{65, 60\} = 65$	$\max\{33, 33\} = 33$	2
8	$\bar{E}_k = \max\{E_{M_k}, E_{l_k}, \bar{E}_{ks_j}\}$	$\bar{E}_1 = 136$	$\bar{E}_2 = 98$	$\bar{E}_3 = 65$	$\bar{E}_4 = 33$	$\bar{E}_5 = 2$
9	\bar{l}_k	$\bar{l}_1 = \{7, 8\}$	$\bar{l}_2 = \{3, 6, 10\}$	$\bar{l}_3 = \{5\}$	а) $\bar{l}_4 = \{2\}$ б) $\bar{l}_4 = \{4\}$	$\bar{l}_5 = \{1\}$

$\max\{E_{M_k}, E_{l_k}, \bar{E}_{ks_j}\}$ (строка 8, столбцы 1–5) показало преимущество использования в бизнесе не всего исходного множества направлений каждого этапа M_k , а либо самостоятельных направлений повышения эффективности бизнеса, отвечающих отдельным альтернативам множества Парето (этапы 3 и 4), либо тех, которые все одновременно вошли в набор l_k , формируемый на основе множества Парето (этапы 1 и 2).

Выводы

Задача повышения эффективности бизнеса обуславливает решение следующих вопросов — обоснование и выбор критерия эффективности бизнеса, формирование возможного перечня направлений повышения эффективности, построение модели выбора из него тех направлений, которые обеспечивают бизнесу наибольшую эффективность.

В статье выдвинута гипотеза о том, что в соответствии с выбранным критерием эффективности бизнеса — суммой реального экономического эффекта и экономии затрат, реализация в нем лишь части направлений повышения его эффективности может обеспечить ему эффективность более высокую, чем в случае внедрения всех возможных направлений. Гипотеза проверена и подтверждена следующим образом.

Разработана модель формирования эффективного бизнеса, суть которой сводится к следующему. Предложенный критерий эффективности, с одной стороны, увязывает реальный экономический эффект, обусловленный применением в бизнесе определенных направлений повышения его эффективности, а, с другой стороны, учитывает эффективность затрат, связанных с их применением. Для определения самого эффективного варианта ведения бизнеса также разработаны Алгоритмы его формирования, основанные на применении метода Парето. Последнее обусловлено тем, что предложенная целевая функция удовлетворяет требованиям этого метода. Дополнительно в статье обоснована и проиллюстрирована на примере модификация применения метода Парето. Так, в модели предложено рассчитывать значение целевой функции не только для каждой из альтернатив множества Парето — а именно на это и сориентирован сам метод, но также для всего набора альтернатив множества Парето и для исходного множества.

Сравнение значений целевой функции, полученных по исходному множеству альтернатив, по каждой из альтернатив множества Парето и по всей совокупности альтернатив этого множества, указывает на тот набор направлений повышения

эффективности бизнеса, целевая функция для которого имеет максимальное значение. Это соответствует самому эффективному варианту ведения бизнеса.

Полученные в результате применения модели результаты можно рассматривать как бизнес-план создания эффективного бизнеса или эффективного развития уже имеющегося бизнеса, в том числе и при формировании экономических экосистем.

Литература

1. Брюзгина А. О., Лихтер А. В. Апробация методики оценки экономической эффективности применения цифровой технологии в бизнес-процессах компании // Менеджмент социальных и экономических систем. 2020. № 2. С. 15–21.
2. Вапнэ Г. «Критерий оценки» в системном анализе // Сборник научных трудов XXIII Международной научно-практической конференции «Системный анализ в проектировании и управлении». 2019. № 1. Т. XXIII. С. 154–164.
3. Вострокнутов А. Е., Лойко В. И. Методика формирования бизнес-модели корпоративных интегрированных структур и разработка алгоритмов и моделей ее валидности // Новые технологии. 2018. № 3. С. 101–109.
4. Вострокнутов А. Е., Лойко В. И. Методологические аспекты формирования и стратегического развития бизнес-модели организаций малого бизнеса // Новые технологии. 2018. № 3. С. 92–100.
5. Донец О. В., Майданевич П. Н. Методологические подходы к оценке эффективности инновационной деятельности // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2015. № 4 (20). С. 102–108.
6. Затевахина А., Супатаев Т. Методы проектного управления в решении задач обеспечения экономической безопасности в исследованиях российских и зарубежных ученых // Общество и экономика. 2021. № 12. С. 120–130. DOI: 10.31857/S020736760017502-1.
7. Кан Е. Д. Подходы и методы оценки эффективности деятельности предприятия // Экономика и бизнес: теория и практика. 2018. № 4. С. 118–122.
8. Козлова С. Совершенствование методологических подходов к оценке эффективности управления государственным (муниципальным) имуществом // Общество и экономика. 2021. № 12. С. 57–72. DOI: 10.31857/S020736760017822-3.
9. Кокуйцева Т. В., Овчинникова О. П. Методические подходы к оценке эффективности цифровой трансформации предприятий высокотехнологичных отраслей промышленности // Креативная экономика. 2021. Т. 15. № 6. С. 2413–2430. DOI: 10.18334/ce.15.6.112192.
10. Корсунова Н. Н. Оценка целесообразности создания инновационных технологий для банковского обслуживания корпоративных клиентов в условиях перехода к цифровой экономике // Финансовая экономика. 2022. № 1. С. 44–51.
11. Краузе Р. П. Исследование методических подходов к оценке эффективности ИТ-проектов на предприятиях // Бизнес-образование в экономике знаний. 2020. № 3 (17). С. 87–92.
12. Кренева С. Г. Развитие методов анализа эффективности инвестиционных проектов в финансовом управлении компании на основе модели системной динамики // Инновационные технологии управления и права. 2020. № 1 (27). С. 50–55.
13. Кретова А. Ю. Экономический подход к оценке эффективности деятельности предприятия // Вестник АГУ, сер. «Экономика». 2019. Вып. 2 (240). С. 88–95.
14. Куклина Е. А., Семкова Д. Н. Цифровые технологии как ключевой инструмент повышения эффективности нефтегазовой отрасли России в современных условиях функционирования // Управленческое консультирование. 2020. № 4 (136). С. 53–65. DOI 10.22394/1726-1139-2020-4-53-65.
15. Минервин И. Г. 2017.02.028. Бизнес-модели: возникновение, развитие и перспективы исследования // Социальные и гуманитарные науки. Отечественная и зарубежная литература. Серия 2: Экономика. Реферативный журнал. 2017. № 2. С. 105–109.
16. Пахомов А. П. Применять или не применять принцип Парето на практике? // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экономика. 2010. № 1. С. 5–12.
17. Раевский С. В., Варюхин С. Е., Исаев В. А. Методы оценки эффективности управления проектом реформирования бизнес-структур // Проблемы экономики и юридической практики. 2017. № 6. С. 36–39.
18. Савицкая Г. В. Показатели финансовой эффективности предпринимательской деятельности: обоснование и методика расчета // Финансовый анализ. 2012. № 39 (294). С. 14–22.

19. Теория принятия решений. В 2 т. Том 2 : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / под ред. В.Г. Халина. Москва : Юрайт, 2017. 431 с.
20. Халин В. Г., Чернова Г. В., Калайда С. А. Экономические экосистемы и их классификация // Управленческое консультирование. 2021. № 2. С. 38–54.
21. Ismail S. Drivers of value for money public private partnership projects in Malaysia. *Asian Review of Accounting*. 2013. Vol. 21. N 3, P. 241–256. <https://doi.org/10.1108/ARA-06-2013-0042>.
22. Khajavia S., Partanenb J., Holmströma J., Tuomib J. Risk reduction in new product launch: A hybrid approach combining direct digital and tool-based manufacturing // *Computers in Industry*. Vol. 74, December 2015, P. 29–42. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2015.08.008>.
23. Wirtz B. W., Pistoia A., Ullrich S., Gottel V. Business Models: Origin, Development and Future Research Perspectives // *Long Range Planning*. 49 (2016). P. 36–54.
24. Cong X. Performance Evaluation of Public-Private Partnership Projects from the Perspective of Efficiency, Economic, Effectiveness, and Equity: A Study of Residential Renovation Projects in China Li Ma // *Sustainability* 2018, 10 (6), 1951. DOI: 10.3390/su10061951.

Об авторах:

Халин Владимир Георгиевич, профессор кафедры информационных систем в экономике Санкт-Петербургского государственного университета (Санкт-Петербург, Российская Федерация), доктор экономических наук, профессор; v.halin@spbu.ru

Чернова Галина Васильевна, профессор кафедры управления рисками и страхования Санкт-Петербургского государственного университета (Санкт-Петербург, Российская Федерация), доктор экономических наук, профессор; g.chernova@spbu.ru

Калайда Светлана Александровна, доцент кафедры управления рисками и страхования Санкт-Петербургского государственного университета (Санкт-Петербург, Российская Федерация), кандидат экономических наук, доцент; s.kalayda@spbu.ru

References

1. Bryuzgina A. O., Likhter A. V. Approbation of the methodology for assessing the economic efficiency of digital technology in the company's business processes // *Management of social and economic systems [Menedzhment social'nyh i ekonomicheskikh sistem]* 2020. N 2. P. 15–21. (In Rus).
2. Vapne G. "Evaluation criterion" in system analysis // *Collection of scientific papers of the XXIII International Scientific and Practical Conference "System Analysis in Design and Management"*. 2019 (SAEC-2019). N 1. Vol. XXIII. P. 154–164. (In Rus).
3. Vostroknutov A. E., Loiko V. I. Methodology for Forming a Business Model of Corporate Integrated Structures and Development of Algorithms and Models for Its Validity // *New Technologies [Novye tehnologii]*. 2018. N 3. P. 101–109. (In Rus).
4. Vostroknutov A. E., Loiko V. I. Methodological aspects of the formation and strategic development of the business model of small business organizations // *New technologies [Novye tehnologii]*. 2018. N 3. P. 92–100. (In Rus).
5. Donets O. V., Maidanovich P. N. Methodological approaches to assessing the effectiveness of innovative activities // *Bulletin of the Omsk State Agrarian University [Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta]*. 2015. N 4 (20). P. 102–108. (In Rus).
6. Zatevakhina A., Supataev T. Methods of project management in solving problems of ensuring economic security in the studies of Russian and foreign scientists // *Society and Economics [Obshchestvo i ekonomika]*. 2021. N 12. P. 120–130. (In Rus). DOI: 10.31857/S020736760017502-1.
7. Kan E. D. Approaches and methods for assessing the effectiveness of the enterprise // *Economics and business: theory and practice [Ekonomika i biznes: teorija i praktika]*. 2018. N 4. P. 118–122. (In Rus).
8. Kozlova S. Improvement of methodological approaches to assessing the effectiveness of state (municipal) property management // *Society and Economics [Obshchestvo i ekonomika]*. 2021. N 12. P. 57–72. (In Rus). DOI: 10.31857/S020736760017822-3.
9. Kokuytseva T. V., Ovchinnikova O. P. Methodological approaches to evaluating the effectiveness of digital transformation of enterprises in high-tech industries // *Creative Economy [Kreativnaja ekonomika]*. 2021. Vol. 15. N 6. P. 2413–2430. (In Rus). DOI: 10.18334/ce.15.6.112192.

10. Korsunova N.N. Evaluation of the feasibility of creating innovative technologies for banking services to corporate clients in the context of the transition to a digital economy // *Financial economics [Finansovaya ekonomika]*. 2022. N 1. P. 44–51. (In Rus).
11. Krause R.P. Study of methodological approaches to assessing the effectiveness of IT projects at enterprises // *Business education in the knowledge economy [Biznes-obrazovanie v ekonomike znaniy]*. 2020. N 3 (17). P. 87–92. (In Rus).
12. Kreneva S.G. Development of methods for analyzing the effectiveness of investment projects in the financial management of a company based on a model of system dynamics // *Innovative technologies of management and law [Innovatsionnye tekhnologii upravleniya i pravo]*. 2020. N 1 (27). P. 50–55. (In Rus).
13. Kretova A.Yu. Economic approach to assessing the effectiveness of the enterprise // *Bulletin of ASU, ser. «Economy» [Vestnik ASU, ser. «Economy»]*. Iss. 2 (240). 2019. P. 88–95. (In Russian).
14. Kuklina E.A., Semkova D.N. Digital Technologies as a Key Tool for Improving the Efficiency of the Russian Oil and Gas Industry in Modern Operating Conditions // *Administrative Consulting [Upravlencheskoe konsul'tirovanie]*. 2020. N 4(136). P. 53–65. DOI 10.22394/1726-1139-2020-4-53-65. (In Rus).
15. Minervin I.G. Business models: emergence, development and prospects for research // *Social and Humanitarian Sciences. Domestic and foreign literature. Series 2: Economy. Abstract journal*. 2017. N 2. P. 105–109. (In Rus).
16. Pakhomov A.P. To apply or not to apply the Pareto principle in practice? // *Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. Series: Economy [Vestnik Rossijskogo universiteta družby narodov. Seriya: Ekonomika]*. 2010. N 1. P. 5–12. (In Rus).
17. Raevsky S.V., Varyukhin S.E., Isaev V.A. Methods for assessing the effectiveness of business restructure reform project management // *Problems of Economics and Legal Practice [Problemy ekonomiki i juridicheskoy praktiki]*. 2017. N 6. P. 36–39. (In Rus).
18. Savitskaya G.V. Indicators of financial efficiency of entrepreneurial activity: rationale and calculation methodology // *Financial analysis [Finansovyy analiz]*. 2012. N 39 (294). P. 14–22.
19. Theory of decision making. In 2 volumes. Volume 2: textbook and workshop for undergraduate and graduate students / edited by V.G. Khalin. Moscow: Urait Publishing House, 2017. 431 p. (In Rus).
20. Khalin V.G., Chernova G.V., Kalayda S.A. Economic Ecosystems and Their Classification // *Administrative consulting [Upravlencheskoe konsul'tirovanie]*. 2021. N 2. P. 38–54.
21. Ismail S. Drivers of value for money public private partnership projects in Malaysia. *Asian Review of Accounting*. 2013. Vol. 21. N 3, P. 241–256. <https://doi.org/10.1108/ARA-06-2013-0042>.
22. Khajavia S., Partanenb J., Holmströma J., Tuomib J. Risk reduction in new product launch: A hybrid approach combining direct digital and tool-based manufacturing // *Computers in Industry*. Vol. 74, December 2015, P. 29–42. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2015.08.008>.
23. Wirtz B.W., Pistoia A., Ullrich S., Gittel V. Business Models: Origin, Development and Future Research Perspectives // *Long Range Planning*. 49 (2016). P. 36–54.
24. Cong X. Performance Evaluation of Public-Private Partnership Projects from the Perspective of Efficiency, Economic, Effectiveness, and Equity: A Study of Residential Renovation Projects in China Li Ma // *Sustainability* 2018, 10 (6), 1951. DOI: 10.3390/su10061951.

About the authors:

Vladimir G. Khalin, Professor of the Chair of Information Systems in Economics of Saint-Petersburg State University (Saint-Petersburg, Russian Federation), Doctor of Science (Economic), Professor; v.halin@spbu.ru

Galina V. Chernova, Professor of the Chair of Risk management and Insurance of Saint-Petersburg State University (Saint-Petersburg, Russian Federation), Doctor of Science (Economic), Professor; g.chernova@spbu.ru

Svetlana A. Kalayda, Associated Professor of the Chair of Risk management and Insurance of Saint-Petersburg State University (Saint-Petersburg, Russian Federation), PhD in Economics, Associated professor; s.kalayda@spbu.ru