

4. Dolgorukova M. A. *Small business in Russia. Formation of a new social institution*. Moscow, Nauchnaya kniga, 2016. 154 p. (In Russ.)
5. Gerchikova I. N. *State and interfirm regulation of entrepreneurial activity*. Moscow, Konsaltbankir, 2016. 198 p. (In Russ.)
6. Vilensky A. V. *Small and medium business in a large metropolis*. Moscow, MUM, 2016. 488 p. (In Russ.)
7. Buyanov V. P. *The specifics of the formation of a small business system in the Russian Federation*. Moscow, MAEP publ., 2016. 188 p. (In Russ.)
8. Krylova E. B. Small business and employment of the population. *Problems of forecasting*, 2009, no. 1, pp. 125—131. (In Russ.)
9. Abysheva A. V., Dragunova L. V. Financial structure of small business: regional aspect. *Science of Science*, 2017, vol. 9, no. 2, pp. 1—6. (In Russ.)
10. On the development of small and medium-sized businesses in the Russian Federation. Federal Law of 24.07.2007 No. 209-FZ (amended and supplemented, effective from 01.01.2021). *RLS "ConsultantPlus"*. (In Russ.) URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?from=52144>.
11. Civil Code of the Russian Federation (part one) of 30.11.1994 No. 51-FZ (as amended on 08.12.2020). *RLS "Consultant-Plus"*. (In Russ.) URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?from=52144>.
12. Pavliv A. I., Vorobeva E. I. Methodological aspects of modern financial analysis in the regional economy. *Economy and Entrepreneurship*, 2018, no. 11, pp. 233—236. (In Russ.)
13. *Industrial Development Fund*. (In Russ.) URL: <http://frprf.ru/o-fonde>.
14. *Single-industry Cities Development Fund*. (In Russ.) URL: [http://www.frmrus.ru/?page\\_id=2](http://www.frmrus.ru/?page_id=2).
15. *Russian Direct Investment Fund. General information*. (In Russ.) URL: <http://rdif.ru/About>.
16. Chesnokova V. A., Gagai I. V. Problems of providing financial support to small and medium-sized businesses. *New science: the current state and ways of development*, 2017, vol. 1, no. 3, pp. 171—173. (In Russ.)

**Как цитировать статью:** Ищенко Т. Л., Павлив А. И. Сущность малого предпринимательства в оценке эффективности развития региона // Бизнес. Образование. Право. 2021. № 2 (55). С. 146—150. DOI: 10.25683/VOLBI.2021.55.264.

**For citation:** Ishchenko T. L., Pavliv A. I. The essence of small businesses in assessment of the efficiency of the regional development. *Business. Education. Law*, 2021, no. 2, pp. 146—150. DOI: 10.25683/VOLBI.2021.55.264.

**УДК 519.863**  
**ББК 65.23**

**DOI: 10.25683/VOLBI.2021.55.242**

**Sizikov Alexander Pavlovich**,  
Candidate of Economics,  
Associate Professor of the Department  
of Higher Mathematics  
and Economic and Mathematical Methods,  
Samara State University of Economics,  
Russian Federation, Samara,  
e-mail: [apsizikov@mail.ru](mailto:apsizikov@mail.ru)

**Сизиков Александр Павлович**,  
канд. экон. наук,  
доцент кафедры высшей математики  
и экономико-математических методов,  
Самарский государственный  
экономический университет,  
Российская Федерация, г. Самара,  
e-mail: [apsizikov@mail.ru](mailto:apsizikov@mail.ru)

## ПОСТРОЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЕРАРХИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ

### CONSTRUCTION AND USE OF HIERARCHICAL CRITERIA IN PRODUCTION MANAGEMENT PROBLEMS

08.00.13 — Математические и инструментальные методы экономики  
08.00.13 — Mathematical and instrumental methods of economics

*Проблема многокритериальности имеет множество аспектов. Статья посвящена одному из них, а именно разработке методики построения и использования многоуровневых векторных критериев для целей оптимизации производственных процессов. Чаще всего на практике применяют подход, который предусматривает преобразование векторного критерия оптимизации в скалярный. Существующие принципы формирования сверток для таких систем могут быть реализованы по-разному. Это зависит от особенностей объекта и целей моделирования. В настоящем исследовании рассматривается вопрос построения иерархических*

*критериев при математической постановке задач оптимизации производственных процессов. Предложен метод синтеза многоуровневого критерия путем формирования системы вложенных сверток, каждая из которых формируется из некоторого множества сверток нижележащего уровня с учетом приоритетов последних. При этом сама она является одним из компонентов свертки вышележащего уровня. Синтез и скаляризация векторного критерия осуществляются по рекуррентной процедуре на основе инварианта, представляющего собой линейную комбинацию гильбертовых норм частных критериев. Такой подход дает*

возможность свести формирование свертки векторного критерия и настройку регулируемых параметров к унифицированной процедуре. На всех уровнях настройка параметров, ранжирования исходных и промежуточных критериев осуществляется независимо. Корневая свертка определяется с помощью системы линейных соотношений, непосредственно вводимых в матрицу условий оптимизационной задачи. Иерархический критерий, интегрированный в матрицу условий задачи, представляет собой систему вложенных друг в друга матриц одинаковой структуры. Процесс построения матрицы условий задачи многокритериальной оптимизации сводится к простой, унифицированной процедуре.

*The multicriteria problem has many aspects. The paper is dedicated to one of them, namely development of the methodology for building and using dynamically changing multi-level vector criteria for optimization of engineering and manufacturing complexes. The approach applied most frequently involves converting a vector optimization criterion into a scalar one. When multi-level criteria are used we have to deal with a system of embedded convolutions forming a hierarchical system of vectors. The current principles of making convolutions for such systems can be implemented in different ways depending on peculiarities of the controlled object and management goals. This study discusses building of hierarchical criteria in formulating mathematical problems for engineering and manufacturing complex optimization. A method of forming and scalarization of a hierarchical vector criterion following a recurrent procedure based on an invariant representing a linear combination of Holder norms of partial criteria is suggested. An example of techniques usage in the development of software for multi-criteria optimization of refinery is given. The hierarchical vector criterion is integrated into the matrix of conditions as a system of embedded into each other structurally similar matrices — matrix invariants. It allows automation of the process of building and utilizing hierarchical criteria employed for optimal production planning.*

*Ключевые слова: управление производством, многокритериальная оптимизация, целевое программирование, ранжирование критериев, древовидный граф критерия, скаляризация векторных критериев, рекуррентная процедура свертки, структурный матричный инвариант, автоматизация построения критерия.*

*Keywords: production management, multicriteria optimization, target programming, criteria ranking, criterion tree graph, scalarization of vector criteria, recurrent convolution procedure, structural matrix invariant, automation of criterion construction.*

## Введение

**Актуальность.** Управление производством связано с проблемой векторной оптимизации. Ортодоксальный подход, согласно которому цель управления характеризуется одним показателем, а условия — множеством жестких ограничений, не допускающих какого-либо нарушения, в современных реалиях себя не оправдывает [1]. Улучшение экономического состояния и уровня инновационного развития предприятий может осуществляться только на основе применения многокритериальной векторной оптимизации и построения системно-иерархической модели, включающей в себя порядка десятка интегральных групп показателей [2].

**Изученность проблемы.** Большинство известных методов, особенно если речь идет об оптимизации, предусматривает скаляризацию векторного критерия. Сначала все исходные, частные критерии приводят к сопоставимому безразмерному виду, нормализуют относительно каких-либо эталонных или плановых значений. Затем нормализованные значения с учетом весовых коэффициентов, показывающих их важность, сворачивают по какой-либо формуле и рассматривают полученный результат в качестве обобщенного критерия оптимизации. Обычно используют свертку на основе средневзвешенной степенной. Наибольшее распространение на практике получил метод целевого программирования. Он состоит в использовании свертки, являющейся какой-либо мерой расстояния от рассматриваемой векторной оценки до некоторого целевого значения.

Важным аспектом проблемы скаляризации является ранжирование критериев [3, 4]. Ранжирование критериев может быть сделано по крайней мере одним из двух способов. Первый предполагает непосредственное назначение приоритетов; второй — ранжирование на основе их парного сравнения. Во втором случае приоритеты находятся затем как собственные значения матрицы парных сравнений. Назначение приоритетов является трудно формализуемой процедурой, носит экспертный характер.

Большинство работ в этой области посвящено развитию нечетко-множественного подхода [5—7]. При этом подходе частные критерии представляются в единой унифицированной форме, не зависящей от природной сущности показателей. Для такого представления теория нечетких множеств предлагает аппарат функций желательности, использование которых позволяет не делать принципиальных различий между критериями и системой ограничений в математической формулировке задач оптимизации, что весьма похоже на ситуацию, возникающую при использовании методов штрафных функций. Недостаток нечетко-множественного подхода в контексте рассматриваемой проблемы состоит в том, что он больше подходит для анализа, чем для синтеза оптимальных решений. Обобщенный критерий, полученный на основе этого подхода, не интегрируется в задачу оптимизации непосредственно и может использоваться только для оценки предлагаемых решений.

Другой аспект проблемы — многоуровневость критериев. Задача построения и скаляризации многоуровневых иерархических критериев возникает в связи с необходимостью разбиения множества производственных показателей на группы и подгруппы. Управление приоритетами большого числа показателей невозможно без их систематизации. Производственные показатели делятся на технологические, экономические, организационные, экологические. Каждая из этих групп делится на подгруппы. При этом образуется многоуровневая классификация критериев, отображаемая в древовидный граф, листьями которого являются первичные показатели.

Если корневая свертка многоуровневого критерия не представляется в аналитическом виде, то для решения задачи оптимизации невозможно применить эффективные классические методы. Этим объясняется то, что проблемы многоцелевой оптимизации часто рассматривают в связи с вопросами использования различных рандомизированных эвристик [8]. Чаще всего используют эволюционные алгоритмы [9—11].

В работе [12] представлена система многоцелевой оптимизации, в которой используются интерактивные методы

визуализации области Парето. Задача компьютера — представить информацию в виде, удобном для того, чтобы пользователь мог сделать выбор, опираясь на свой опыт и интуицию. Эвристический алгоритм поиска решения включается в систему лишь в виде дополнительной опции.

**Целесообразность разработки темы.** В нашем случае надо учитывать, что задачи оптимизации производственных процессов описываются моделями, насчитывающими иногда тысячи переменных. Для решения таких задач в большинстве случаев используется линейное программирование. Это единственный надежный и эффективный метод решения задач большой размерности. Следовательно, иерархический критерий, предназначенный для использования в производственных оптимизационных моделях, должен обладать свойством интегрируемости в задачу линейного программирования.

В настоящее время для управления производственными процессами используются предметно-ориентированные системы. Это комплексы, в состав которых, кроме программ, реализующих алгоритмы оптимизации, входят средства визуализации условий и результатов расчетов, а также средства построения моделей. Концепция такова, что все формализуемые функции передаются компьютеру. В соответствии с этой концепцией пользователь осуществляет постановку задачи в категориях предметной области. В частности, при работе с критериями ему должна быть оставлена неформальная часть, относящаяся к экспертному оцениванию. Обработку экспертных оценок и построение иерархического критерия должен выполнять компьютер. Поэтому синтез и скаляризация критериев должны быть сведены к унифицированной процедуре.

**Цель и задачи исследования.** Целью исследования является разработка методики формирования и использования иерархических векторных критериев для целей управления производственными процессами на базе линейных оптимизационных моделей. Достижение поставленной цели предполагает решение следующих задач: 1) синтез иерархического векторного критерия; 2) разработка процедуры его свертки; 3) интегрирование в линейную задачу оптимизации.

**Научная новизна** состоит в разработке методики, которая позволяет свести формирование иерархического критерия и настройку регулируемых параметров к унифицированной процедуре. Предложена рекуррентная процедура скаляризации иерархического векторного критерия и способ его интеграции в матрицу условий линейной задачи оптимизации производства.

**Значимость работы.** Методика использована при создании компьютерной программы, которая позволяет более полно реализовать возможности современных информационных технологий для управления нефтепереработкой. Программа представляет собой предметно-ориентированную систему оптимизации, предназначенную для выработки управляющих решений в предлагаемых обстоятельствах. Предусмотрена возможность параметрической настройки критерия в соответствии с меняющимися условиями и целями.

### Основная часть

**Методология.** При формировании и скаляризации многоуровневых критериев в данном исследовании используется методология МСНР, в частности предложенный Ворониным метод синтеза многоуровневого критерия путем

формирования системы вложенных сверток [13, 14]. Каждая свертка формируется из некоторого множества сверток нижележащего уровня с учетом приоритетов последних и сама является одним из компонентов свертки вышележащего уровня. Обобщенный критерий есть не что иное, как свертка, полученная для верхнего уровня. Эта методика допускает множество реализаций. Рассмотрим ее применительно к задачам линейной многокритериальной оптимизации производственных систем.

**Результаты.** Рассмотрим задачу многокритериальной оптимизации некоторой производственной системы в обобщенной форме. Без снижения общности можно считать, что целевые показатели заданы своими нижними границами. Тогда задачу можно записать так:

$$\Phi(\mathbf{p}, \delta) \rightarrow \min, \begin{cases} \mathbf{Ax} + \mathbf{g}\delta^T \geq \mathbf{g}, \\ \mathbf{Bx} \leq \mathbf{b}, \\ \mathbf{x}, \delta \geq \mathbf{0}, \end{cases}$$

где  $\mathbf{x}$  — вектор переменных;  $\mathbf{g}$  — вектор целевых значений показателей;  $\mathbf{A}$  — матрица линейного преобразования вектора переменных в вектор показателей;  $\mathbf{B}$  — матрица производственно-технологических параметров;  $\mathbf{b}$  — вектор производственно-технологических ограничений;  $\delta$  — вектор относительных отклонений расчетных значений показателей от целевых;  $\mathbf{p}$  — вектор приоритетов показателей;  $\Phi(\mathbf{p}, \delta)$  — свертка векторного критерия.

Свертка определяет меру приближения показателей к целевым значениям. Традиционно в качестве такой меры, как уже говорилось, используют гельдеровы нормы. Нормы второго и больших порядков в данном случае неприемлемы, поскольку вносят нелинейность в задачу. При использовании нормы первого порядка может возникнуть ситуация, когда результаты по одним составляющим критерия достигаются за счет снижения результатов по другим. Лучшим вариантом в данном случае является использование выпуклой линейной комбинации норм первого и бесконечного порядков.

Если свертка формируется непосредственно по значениям первичных показателей, без учета иерархии, то расчет осуществляется по формуле

$$\Phi(\mathbf{p}, \delta) = \alpha \sum_{i \in C} p_i \delta_i + (1 - \alpha) \max \{ p_i \delta_i, i \in C \},$$

где  $\alpha$  — настраиваемый параметр;  $C$  — множество контролируемых первичных показателей.

Этот критерий по своему действию аналогичен квадратичному. Сам по себе он является нелинейным, но вводится в задачу так, что она остается линейной:

$$\Delta \rightarrow \min, \begin{cases} \mathbf{Ax} + \mathbf{g}\delta^T \geq \mathbf{g}, \\ \mathbf{Bx} \leq \mathbf{b}, \\ \mathbf{p}\delta^T - \mathbf{I}\hat{\delta} \leq \mathbf{0}, \\ \alpha(\mathbf{p}, \delta) + (1 - \alpha)\hat{\delta} - \Delta = 0, \\ \mathbf{x}, \delta \geq \mathbf{0}, \end{cases}$$

где  $\hat{\delta}$  — переменная, равная максимальной координате вектора  $\delta$ ;  $\Delta$  — единственная и одновременно корневая свертка критерия;  $\mathbf{I}$  — вектор единиц.

Иерархический критерий образуется в данном случае при объединении включенных в задачу целевых показателей в группы и подгруппы на нескольких уровнях. При этом получается древовидный граф с числом уровней  $L$ . Его листьями являются компоненты вектора  $\delta$ . Промежуточные узлы графа представляют собой критерии, соответствующие группам и подгруппам.

В случае использования многоуровневого критерия целевая функция задачи определяется через систему промежуточных сверток, рассчитываемых по формуле

$$\Delta_v^\ell = \alpha_v^\ell \sum_{n \in C_v^\ell} p_n^{\ell-1} \Delta_n^{\ell-1} + (1 - \alpha_v^\ell) \max\{p_n^{\ell-1} \Delta_n^{\ell-1}, n \in C_v^\ell\}$$

где  $\Delta_v^\ell$  —  $v$ -й критерий  $\ell$ -го уровня;  $C_v^\ell$  — множество критериев  $(\ell - 1)$ -го уровня, участвующих в образовании  $v$ -го критерия  $\ell$ -го уровня;  $p_n^{\ell-1}$  — приоритет  $n$ -го критерия  $(\ell - 1)$ -го уровня;  $\alpha_v^\ell \in [0, 1]$  — настраиваемый параметр свертки;  $\Delta^0 = \delta$ .

В качестве целевой функции задачи используется свертка, соответствующая корневому узлу графа. Конечная и промежуточные свертки определяются через систему дополнительных уравнений и неравенств, вводимых в матрицу условий исходной задачи:

$$\begin{cases} -\Delta_v^\ell + \alpha_v^\ell \sum_{n \in C_v^\ell} p_n^{\ell-1} \Delta_n^{\ell-1} + (1 - \alpha_v^\ell) \cdot \widehat{\Delta}_v^{\ell-1} = 0, v \in C^\ell, \ell = 1, 2, \dots, L, \\ -\widehat{\Delta}_v^{\ell-1} + p_n^{\ell-1} \Delta_n^{\ell-1} \leq 0, n \in C_v^\ell, v \in C^\ell, \ell = 1, 2, \dots, L, \end{cases}$$

где  $C^\ell$  — множество критериев  $\ell$ -го уровня;

$$\widehat{\Delta}_v^{\ell-1} = \max\{p_n^{\ell-1} \Delta_n^{\ell-1}, n \in C_v^\ell\}.$$

Приоритеты, каким бы способом они ни были получены, в каждом разделе каждого уровня нормируются так, чтобы их сумма была равна единице. При формировании многоуровневого критерия это принципиально. В каждом разделе приоритеты составляющих критериев определяются только относительно друг друга. Приоритет же самого раздела формируется в группе критериев следующего уровня.

Инвариантность процедуры формирования критериев на каждом уровне отражается на структуре блока дополнительных ограничений. Критерий  $\Delta_v^{\ell+1}$  определяется через нижележащие критерии путем добавления следующего блока условий:

$$\begin{pmatrix} -1 & (1 - \alpha_v^\ell) & \mathbf{w}_v^\ell & \vdots & 0 \\ 0 & -\mathbf{I}_v^\ell & \mathbf{P}_v^\ell & \vdots & 0 \\ \hline 0 & 0 & \mathbf{E}_v^\ell & \mathbf{D}_v^\ell & \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \Delta_v^{\ell+1} \\ \widehat{\Delta}_v^\ell \\ \Delta_v^\ell \\ \vdots \\ \Delta_v^{\ell-1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{pmatrix},$$

где  $\mathbf{w}_v^\ell = (\alpha_v^{\ell+1} p_n^\ell, n \in C_v^{\ell+1})$  — вектор весовых коэффициентов;  $\mathbf{I}_v^\ell$  — столбец единиц;  $\mathbf{P}_v^\ell$  — диагональная матрица, элементами которой являются приоритеты  $p_n^\ell, n \in C_v^{\ell+1}$ ;  $\Delta_v^\ell = (\Delta_n^\ell, n \in C_v^{\ell+1})^T$  — вектор критериев, из которых формируется свертка  $\Delta_v^{\ell+1}$ ;  $\widehat{\Delta}_v^{\ell-1} = (\widehat{\Delta}_n^{\ell-1} \mid \Delta_n^{\ell-1}, n \in C_v^\ell)^T$  — компоненты свертки, участвующих в образовании вектора  $\Delta_v^\ell$ ;  $\mathbf{E}_v^\ell$  и  $\mathbf{D}_v^\ell$  — блочно-диагональные матрицы.

Диагональными блоками матрицы  $\mathbf{E}_v^\ell$  являются столбцы  $(1, 0)^T$ . Эта матрица обеспечивает связь текущей матрицы с дочерними матрицами, вводимыми для формирования критериев нижележащего уровня и являющимися диагональными блоками матрицы  $\mathbf{D}_v^\ell$ . Обозначив элементы множества  $C_v^\ell$  порядковыми номерами  $n = 1, 2, \dots, \bar{v}$ , где  $\bar{v} = |C_v^\ell|$ , можем записать

$$\mathbf{D}_v^\ell = \begin{pmatrix} \mathbf{M}_1^{\ell-1} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \mathbf{M}_2^{\ell-1} & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & \mathbf{M}_{\bar{v}}^{\ell-1} \end{pmatrix},$$

где

$$\mathbf{M}_n^{\ell-1} = \begin{pmatrix} -1 & (1 - \alpha_n^{\ell-1}) & \mathbf{w}_n^{\ell-1} & \vdots & 0 \\ 0 & -\mathbf{I}_n^{\ell-1} & \mathbf{P}_n^{\ell-1} & \vdots & 0 \\ \hline 0 & 0 & \mathbf{E}_n^{\ell-1} & \mathbf{D}_n^{\ell-1} & \end{pmatrix}.$$

Как видим, структура дочерних матриц полностью совпадает со структурой родительской. Матрицы  $\mathbf{M}$  представляют собой структурный матричный инвариант и являются своего рода строительными блоками. Иерархия этих блоков повторяет иерархию критерия (рис.).

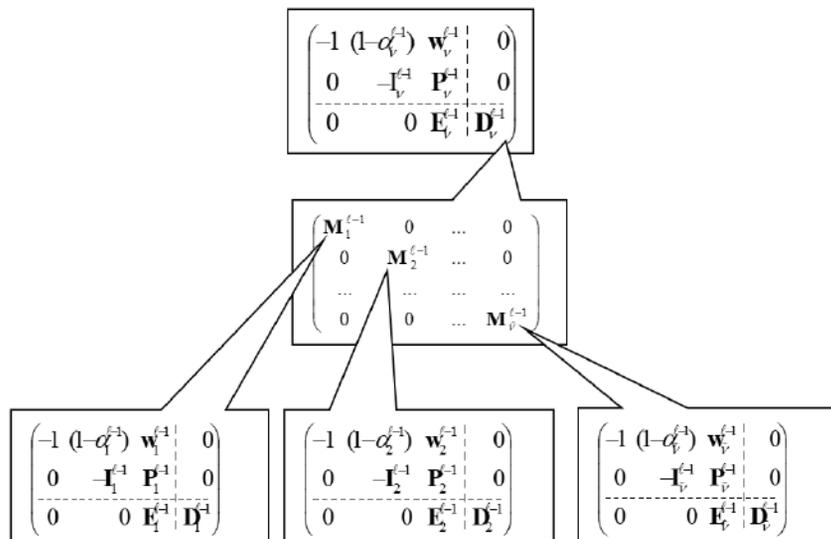


Рис. Матричное представление иерархического критерия

Это создает возможность в процессе формирования матрицы условий многокритериальной задачи использовать простую, унифицированную рекуррентную процедуру.

Описанная методика использована автором при разработке программного обеспечения для многокритериальной оптимизации нефтеперерабатывающего производства. Программа представляет собой предметно-ориентированную систему оптимизации, предназначенную для принятия оперативных решений при изменении производственных условий и целей [15, 16].

### Заключение

Предложена методика синтеза иерархических векторных критериев в задачах оптимизации производства. Разработана рекуррентная процедура скаляризации иерархического векторного критерия и способ его интеграции в матрицу условий линейной задачи оптимизации. Рассмотрены вопросы программной реализации методики.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Caballero R., Romero C., Ruiz F. Multiple criteria decision making and economics: an introduction // *Ann. Oper. Res.* 2016. Vol. 245. No. 1-2. Pp. 1—5. URL: DOI.org/10.1007/s10479-016-2287-0.
2. Яшин С. Н., Солдатова Ю. С. Оценка экономического состояния и уровня инновационного развития предприятий на основе применения метода многокритериальной векторной оптимизации // *Финансы и кредит.* 2013. № 4(532). С. 29—36.
3. Подиновская О. В., Подиновский В. В. Анализ иерархических многокритериальных задач принятия решений методами теории важности критериев // *Проблемы управления.* 2014. № 6. С. 2—8.
4. Подиновский В. В. Согласительные решения многокритериальных задач выбора // *Проблемы управления.* 2017. № 2. С. 17—26.
5. Дилигенский Н. В., Дымова Л. Г., Севастьянов П. В. Нечеткое моделирование и многокритериальная оптимизация производственных систем в условиях неопределенности: технология, экономика, экология. М. : Машиностроение-1, 2004. 335 с.
6. Corrente S., Greco S., Slowinski R. Handling imprecise evaluations in multiple criteria decision aiding and robust ordinal regression by n-point intervals // *Fuzzy Optim. Decis. Mak.* 2017. Vol. 16. No. 2. Pp. 127—57. DOI: 10.1007/s10700-016-9244-x.
7. Multiple criteria hierarchy process for sorting problems based on ordinal regression with additive value functions / S. Corrente, M. Doumpos, S. Greco, R. Słowiński, C. Zopounidis // *Ann. Oper. Res.* 2017. Vol. 251. No. 1-2. Pp 117—39. DOI: 10.1007/s10479-015-1898-1.
8. An algorithmic framework for multiobjective optimization / T. Ganesan, I. Elamvazuthi, K. Zilati, K. Shaari, P. Vasant // *The Scientific World Journal.* 2013. URL: <http://dx.doi.org/10.1155/2013/85970>.
9. Серов В. А. Генетические алгоритмы оптимизации управления многокритериальными системами в условиях неопределенности на основе конфликтных равновесий // *Вестник МГТУ им. Н. Э. Баумана. Сер. : Приборостроение.* 2007. № 4. С. 70—80.
10. Wang R., Purshouse R., Fleming P. Preference-inspired coevolutionary algorithms for many-objective optimization // *IEEE Trans. Evol. Comp.* 2013. Vol. 17. No. 4. Pp. 474—494. DOI: 10.1109/TEVC.2012.2204264.
11. Ruiz F., Luque M., Miettinen K. Improving the computational efficiency in a global formulation (GLIDE) for interactive multiobjective optimization // *Ann. Oper. Res.* 2011. No. 197. Pp. 47—70. DOI: 10.1007/s10479-010-0831-x.
12. Wesner N. Multiobjective optimization via visualization // *Economics Bulletin.* 2017. Vol. 37. No. 2. Pp. 1226—1233.
13. Воронин А. Н. Метод многокритериальной оценки и оптимизации иерархических систем // *Кибернетика и системный анализ.* 2007. № 43(3). С. 384—90. URL: [doi.org/10.1007/s10559-007-0060-8](http://doi.org/10.1007/s10559-007-0060-8).
14. Воронин А. Н. Многокритериальное принятие решений для управления сложными системами // *IGI Global.* 2017. P. 201. DOI: 10.4018/978-1-5225-2509-7.
15. Сизиков А. П. Разработка предметно-ориентированных систем оптимизации (на примере нефтеперерабатывающего производства) // *Управление большими системами : сб. тр. Вып. 40. М. : ИПУ РАН, 2012. С. 291—310.*
16. Сизиков А. П. Многокритериальная оптимизация нефтеперерабатывающего производства на основе скалярных инвариантов // *Вестник Самар. гос. экон. ун-та.* 2012. № 4(90). С. 86—90.

### REFERENCES

1. Caballero R., Romero C., Ruiz F. Multiple criteria decision making and economics: an introduction. *Ann. Oper. Res.*, 2016, vol. 245, no. 1-2, pp. 1—5. URL: DOI.org/10.1007/s10479-016-2287-0.
2. Yashin S. N., Soldatova Yu. S. Assessment of the economic status and the level of innovative development of enterprises based on the method of multi-criteria vector optimization. *Finance and Credit*, 2013, no. 4(532), pp. 29—36. (In Russ.)
3. Podinovskaya O. V., Podinovskiy V. V. Analysis of hierarchical multicriteria decision-making problems by methods of the theory of the importance of criteria. *Control Sciences*, 2014, no. 6, pp. 2—8. (In Russ.)

4. Podinovskiy V. V. Conciliatory solutions of multicriteria choice problems. *Control Sciences*, 2017, no. 2, pp. 17—26. (In Russ.)
5. Diligensky N. V., Dymova L. G., Sevastyanov P. V. *Fuzzy modeling and multicriteria optimization of production systems under uncertainty: technology, economics, ecology*. Moscow, Mashinostroenie-1, 2004. 335 p. (In Russ.)
6. Corrente S., Greco S., Slowinski R. Handling imprecise evaluations in multiple criteria decision aiding and robust ordinal regression by n-point intervals. *Fuzzy Optim. Decis. Mak.*, 2017, vol. 16, no. 2, pp. 127—57. DOI: 10.1007/s10700-016-9244-x.
7. Corrente S., Doumpos M., Greco S., Słowiński R., Zopounidis C. Multiple criteria hierarchy process for sorting problems based on ordinal regression with additive value functions. *Ann. Oper. Res.*, 2017, vol. 251, no. 1-2, pp 117—39. DOI: 10.1007/s10479-015-1898-1.
8. Ganesan T., Elamvazuthi I., Zilati K., Shaari K., Vasant P. An algorithmic framework for multiobjective optimization. *The Scientific World Journal*, 2013. URL: <http://dx.doi.org/10.1155/2013/85970>.
9. Serov V. A. Genetic algorithms for optimization of control of multicriteria systems in conditions of uncertainty based on conflict equilibria. *Herald of the Bauman MSTU. Ser. Instrument Engineering*, 2007, no. 4, pp. 70—80. (In Russ.)
10. Wang R., Purshouse R., Fleming P. Preference-inspired coevolutionary algorithms for many-objective optimization. *IEEE Trans. Evol. Comp.*, 2013, vol. 17, no. 4, pp. 474—494. DOI: 10.1109/TEVC.2012.2204264.
11. Ruiz F., Luque M., Miettinen K. Improving the computational efficiency in a global formulation (GLIDE) for interactive multiobjective optimization. *Ann. Oper. Res.*, 2011, no. 197, pp. 47—70. DOI: 10.1007/s10479-010-0831-x.
12. Wesner N. Multiobjective optimization via visualization. *Economics Bulletin*, 2017, vol. 37, no. 2, pp. 1226—1233.
13. Voronin A. N. A method of multicriteria evaluation and optimization of hierarchical systems. *Cybernetics and Systems Analysis*, 2007, no. 43(3), pp. 384—390. (In Russ.) URL: [doi.org/10.1007/s10559-007-0060-8](http://doi.org/10.1007/s10559-007-0060-8).
14. Voronin A. N. Multi-criteria decision making for the management of complex systems. *IGI Global*, 2017. (In Russ.) DOI: 10.4018/978-1-5225-2509-7.ch003.
15. Sizikov A. P. Development of subject-oriented optimization systems (for example, oil refining). In: *Management of large systems. Collection of materials. Iss. 40*. Moscow, IPU RAN, 2012. Pp. 291—310. (In Russ.)
16. Sizikov A. P. Multicriteria optimization of oil refining production based on scalar invariants. *Bulletin of the Samara State University of Economics*, 2012, no. 4(90), pp. 86—90. (In Russ.)

**Как цитировать статью:** Сизиков А. П. Построение и использование иерархических критериев в задачах управления производством // Бизнес. Образование. Право. 2021. № 2 (55). С. 150—155. DOI: 10.25683/VOLBI.2021.55.242.

**For citation:** Sizikov A. P. Construction and use of hierarchical criteria in production management problems. *Business. Education. Law*, 2021, no. 2, pp. 150—155. DOI: 10.25683/VOLBI.2021.55.242.

УДК 657  
ББК 69.29

DOI: 10.25683/VOLBI.2021.55.267

**Zinoveva Yuliya Sergeevna**,  
Candidate of Economics,  
Associate Professor of the Department of Economics,  
Accounting and Analysis,  
Rostov State Transport University,  
Russian Federation, Rostov-on-Don,  
e-mail: [y\\_zinoveva@mail.ru](mailto:y_zinoveva@mail.ru)

**Зиновьева Юлия Сергеевна**,  
канд. экон. наук,  
доцент кафедры экономики, учета и анализа,  
Ростовский государственный университет  
путей сообщения,  
Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону,  
e-mail: [y\\_zinoveva@mail.ru](mailto:y_zinoveva@mail.ru)

## ПАРАДИГМА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ БУХГАЛТЕРСКОГО УЧЕТА И РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОГО ФИНАНСОВОГО КОНТРОЛЯ В КОНЦЕПЦИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КОРПОРАЦИЙ

### THE PARADIGM OF INTERACTION BETWEEN ACCOUNTING AND RISK-BASED FINANCIAL CONTROL IN THE CONCEPT OF ENSURING THE ECONOMIC SECURITY OF CORPORATIONS

08.00.12 — Бухгалтерский учет, статистика  
08.00.12 — Accounting, statistics

*В современных условиях кризиса, действия экономических санкций, а также в результате пандемии COVID-19 особенно актуальным для компаний коммерческой сферы становится вопрос об эффективном управлении для защиты своих экономических интересов без дополнительных существенных затрат с использованием существующих на предприятиях инструментов. Крупные компании*

*и корпорации имеют, как правило, в своей структуре учетные, плановые, финансовые службы, службы безопасности и иные подразделения, которые выполняют функции, направленные на обеспечение защиты экономических интересов. Однако деятельность таких служб замкнутая, не обобщена в единую информационно-аналитическую систему.*