

Научная статья  
УДК 338.45:669

## Кластерный анализ предприятий металлургического комплекса России

**Леонид Дмитриевич Савенков**

Институт финансов, экономики и управления Тольяттинского государственного университета,  
Тольятти, Россия, Leonidsavenkov89@yandex.ru

**Аннотация.** В статье представлен проведенный кластерный анализ предприятий металлургического комплекса России на основе 12 отобранных показателей финансово-хозяйственной деятельности компании. В ходе корреляционного анализа были отобраны 3 основных фактора, влияющих на деятельность предприятий металлургического комплекса России. Такими факторами явились показатель чистой рентабельности, EV и показатель чистого долга. Для определения наиболее оптимального числа кластеров был использован метод Данна. В результате наиболее оптимальным числом можно считать три кластера. В ходе проведенного кластерного анализа был выявлен переход из одного кластера в другой ряда компаний в связи с ростом показателей рентабельности и EV. В 2021 и 2023 гг. наблюдаются значительные улучшения в деятельности компаний металлургического комплекса. ПАО «Ашинский металлургический завод» продолжает сохранять свои высокие позиции как в 2016 г., так и в 2021 и 2023 гг. Деятельность ПАО «Северсталь» к 2021 и 2023 гг., к сожалению, не улучшилась. Полученные результаты свидетельствуют о том, что экономические условия и ситуация в стране становятся более сбалансированными, а развитие в данной отрасли промышленности – однородным.

**Ключевые слова:** металлургический комплекс, корреляция, кластерный анализ, чистая рентабельность, чистый долг, EV, металлургическая промышленность, метод Данна

### **Основные положения:**

- ♦ основными факторами, влияющих на деятельность предприятий металлургического комплекса России, явились показатель чистой рентабельности, EV и показатель чистого долга;
- ♦ в 2021 г. по сравнению с 2016 г. наблюдаются значительные улучшения в деятельности компаний металлургического комплекса;
- ♦ наиболее оптимальным числом кластеров для компаний металлургического комплекса России можно считать три кластера;
- ♦ в ходе проведенного кластерного анализа был выявлен переход из одного кластера в другой ряда компаний в связи с ростом показателей рентабельности и EV.

**Для цитирования:** Савенков Л.Д. Кластерный анализ предприятий металлургического комплекса России // Вестник Самарского государственного экономического университета. 2024. № 3 (233). С. 40–48.

Original article

## Cluster analysis of Russian metallurgical complex enterprises

**Leonid D. Savenkov**

Institute of Finance, Economics and Management of Tolyatti State University, Tolyatti, Russia,

Leonidsavenkov89@yandex.ru

**Abstract.** The article presents a cluster analysis of an enterprise in the Russian metallurgical complex based on 12 selected indicators of the company's financial and economic activities. In the course of the correlation analysis, three main factors were selected that influence the activities of enterprises in the Russian metallurgical complex. These factors were net profitability, EV and net debt. Dunn's method was used to determine the most optimal number of clusters. The most optimal number of clusters was three clusters. In the course of the cluster analysis, a transition from one cluster to another of a number of communication companies with an increase in profitability and EV indicators was identified. In 2021 and 2023, significant improvements in the performance of companies in the metallurgical complex are observed. The company PJSC Ashinsky Metallurgical Plant continues to maintain its high position, both in 2016 and in 2021 and 2023. The company PJSC Severstal, unfortunately, has not sufficiently improved its activities by 2021 and 2023. The results obtained indicate that economic conditions and the situation in the country are becoming more balanced, and development is becoming homogeneous in this industry.

**Keywords:** metallurgical complex, correlation, cluster analysis, net profitability, net debt, EV, metallurgical industry, Dunn method

### **Highlights:**

- ◆ the main factors affecting the activities of enterprises of the metallurgical complex of Russia were the net profitability indicator, EV and net debt indicator;
- ◆ in 2021, compared with 2016, there are significant improvements in the activities of companies in the metallurgical complex;
- ◆ three clusters can be considered as the most optimal number of clusters for companies in the metallurgical complex of Russia;
- ◆ the cluster analysis revealed the transition from one cluster to another number of companies due to the growth of profitability and EV indicators.

**For citation:** Savenkov L.D. Cluster analysis of Russian metallurgical complex enterprises // Vestnik of Samara State University of Economics. 2024. No. 3 (233). Pp. 40–48. (In Russ.).

### **Введение**

Металлургическая промышленность является важной составляющей национальной экономики.

Как отмечает В.С. Васильцов, в условиях беспрецедентных геополитических санкций против нашего государства на первый план в развитии хозяйствующих субъектов выходит актуализация стратегических целей и задач по перестройке всех экономических отношений [1].

В последнее время металлургическая отрасль сталкивается со многими вызовами в глобальной, конкурентной и беспокойной бизнес-среде [2].

По мнению В.Г. Когденко и Н.А. Казаковой, международная ситуация и санкционная политика оказывают негативное влияние на устойчивость металлургических компаний: критические риски растут в первую очередь из-за закрытия стратегически важных для ряда компаний экспортных маршрутов (в том числе из-за санкций в отношении контролируемых бенефициаров) и прекращения поставок импортного оборудования, технологий и сырья [3].

Однако, несмотря на изменение экспортного вектора и экономические санкции со стороны Европейского союза, отечественные предприятия завершили трудный год без серь-

езных потерь, даже в этих условиях ища новые возможности для развития [4].

По мнению И.П. Артамошкина, выход компаний металлургической промышленности «на новый рынок с учетом глобализации мировой экономики предоставляет компаниям возможность расширения масштабов своей деятельности и развития потенциала» [5].

По мнению ряда ученых, именно внедрение инноваций является основным фактором развития конкурентоспособности и эффективности металлургических компаний [6].

Трансформация системы внутреннего контроля металлургической компании обеспечивает механизм устранения возникающих рисков, а также экономическую безопасность в условиях неопределенности. Цифровизация делает внутренний контроль эффективным инструментом обеспечения антикризисной устойчивости металлургических компаний [7].

Ряд авторов посвятили свои исследования разработке методических подходов к оценке эффективности инвестиций в инновации и ремонты российских металлургических компаний с целью сохранения конкурентоспособности в условиях ужесточения санкций [1].

«Оценка и прогнозирование экономической устойчивости российских металлургических компаний на основе адаптированных к отрасли методов Гарвардского отраслевого анализа исследовались на основе анализа крупнейших компаний, который свидетельствует о положительных тенденциях в управлении затратами, оборотным капиталом и использованием активов» [8].

Российские компании металлургического сектора экономики поддерживают повестку ESG, более подробно раскрывают информацию об экологической, социальной и управленческой деятельности, что свидетельствует об их приверженности принципам устойчивого развития и достижения углеродной нейтральности в своей деятельности [9].

«Устойчивый рост горнодобывающей и металлургической промышленности и ее интеграция в мировую экономику приобретают актуальность в контексте конкурентной позиции России по запасам минерального сырья и его производству» [10].

## Методы

Методология включает в себя анализ финансовых показателей, статистические методы (логарифмирование, стандартизация, корреляционный и кластерный анализ), а также использование метода Данна для выбора оптимального числа кластеров. Такой комплексный подход позволяет более глубоко исследовать деятельность компаний и выявлять их схожие и различные характеристики.

Целью работы является оценка деятельности компании металлургического комплекса России с помощью кластерного анализа и выявление тенденций развития этих компаний с 2016 по 2023 г.

Для анализа эффективности деятельности компании металлургического комплекса были взяты 12 показателей финансовой отчетности по международным стандартам финансовой отчетности за 6 лет – с 2016 по 2023 г. Показатели финансовой отчетности были взяты на сайтах компаний, а также с сайта SMART LAB.

В 2022 г. Правительство Российской Федерации разрешило публичным компаниям не публиковать полностью отчетность, если это чревато санкционным режимом. Поэтому следует отметить отсутствие показателей финансовой отчетности по международным стандартам финансовой отчетности за 2022 г. в связи с мировой политической ситуацией.

Для проведения корреляционного анализа и кластерного анализа все данные были предварительно логарифмированы и стандартизированы.

Кластерный анализ по выбранным показателям был проведен на основании метода K-средних (K-means). Метод кластерного анализа k-средних (k-means clustering) является одним из популярных методов в области машинного обучения и статистики, используемым для разделения набора данных на группы или кластеры. Этот метод позволяет выделить структуру данных, обнаруживая группы объектов, которые обладают схожими характеристиками.

Для определения наиболее оптимального числа кластеров был использован метод Данна. Метод определения числа кластеров Данна (Dunn's index) представляет собой один

из критериев внутрикластерной и межкластерной валидации для оценки качества разбиения данных на кластеры. Цель этого метода – найти такое число кластеров, при котором внутрикластерное сходство максимально, а межкластерное различие минимально.

Метод Данна позволяет оценить компромисс между внутрикластерной компактностью и межкластерной разделимостью, что делает его полезным инструментом при выборе оптимального числа кластеров в алгоритмах кластеризации.

### Результаты

Для оценки деятельности компаний металлургического комплекса были отобраны 8 самых крупных компаний, имеющих публичную отчетность и составляющих отчетность по международным стандартам финансовой отчетности. Такими компаниями стали: ПАО «Ашинский металлургический завод», ООО «ЕВРАЗ», ПАО «ММК», ПАО «Мечел», ПАО «НЛМК», ПАО ГМК «Норильский никель», МКПАО «ОК РУСАЛ», ПАО «Северсталь».

Для проведения кластерного анализа были отобраны 12 показателей за 2016, 2021 и 2023 гг. отобранных компаний металлургического комплекса России (табл. 1).

Проведенный корреляционный анализ показал, что большая часть показателей взаимно коррелируемая (коэффициент корреляции больше 0,8) – из отобранных 12 показателей только 3 показателя были выбраны для оценки деятельности компаний металлургического комплекса России с наименьшими коэффициентами корреляции. Такими показателями явились показатель чистой рентабельности, EV и показатель чистого долга компании.

Показатель EV (от англ. «Enterprise Value») представляет собой финансовый показатель, используемый для оценки стоимости компании в целом. Это общая рыночная стоимость компании, включая ее долги и обязательства, минус наличные средства и эквиваленты наличных.

EV используется инвесторами и аналитиками для более полного понимания структуры стоимости компании, учитывая как ее рыночную стоимость, так и ее финансовые обязательства. Этот показатель может быть полезен при сравнении компаний и принятии решений об инвестициях.

Чистый долг (Net Debt) – это показатель, используемый для оценки финансового состояния компании. Он представляет собой разницу между совокупным долгом компании (включая краткосрочные и долгосрочные обязательства) и ее наличными средствами и эквивалентами наличных.

Чистый долг является важным показателем для инвесторов и аналитиков, так как он позволяет оценить, насколько легко компании будет выплатить свои долговые обязательства с учетом ее наличных средств.

Показатель чистой рентабельности (Net Profit Margin) измеряет эффективность компании в преобразовании выручки в чистую прибыль и является важным показателем финансовой производительности.

Чистая рентабельность позволяет инвесторам и аналитикам оценить, какая часть выручки превращается в чистую прибыль и, следовательно, насколько эффективно компания управляет своими издержками. Высокий показатель чистой рентабельности может указывать на эффективное управление компанией,

Таблица 1

**Показатели для кластерного анализа деятельности 8 компаний металлургического комплекса России за 2016, 2021 и 2023 гг.**

№ п/п	Показатели	№ п/п	Показатели
1	Выручка, млрд руб.	7	Рентаб EBITDA, %
2	Чистая прибыль, млрд руб.	8	Чистая рентаб, %
3	Чистые активы, млрд руб.	9	EV, млрд руб.
4	Чистый долг, млрд руб.	10	EV/EBITDA
5	Баланс стоимость, млрд руб.	11	Долг/EBITDA
6	EPS, руб.	12	Себестоимость, млрд руб.

тогда как низкая чистая рентабельность может быть сигналом проблем в операционной эффективности или высоких издержках.

Полученная корреляционная матрица представлена в табл. 2 и на рис. 1.

Рассчитанный далее показатель средней корреляции между всеми показателями равен

0,34. Таким образом подтверждается, что показатели являются не взаимнокоррелируемыми.

Визуализация полученных кластеров на основе отобранных показателей деятельности 8 компаний металлургического комплекса России представлена на рис. 2–4.

Таблица 2

Корреляционная матрица отобранных для проведения кластерного анализа показателей

	Чистая рентабельность	EV	Чистый долг
Чистая рентабельность	1	0,419157	-0,693258
EV	0,419157	1	0,320963
Чистый долг	-0,693258	0,320963	1

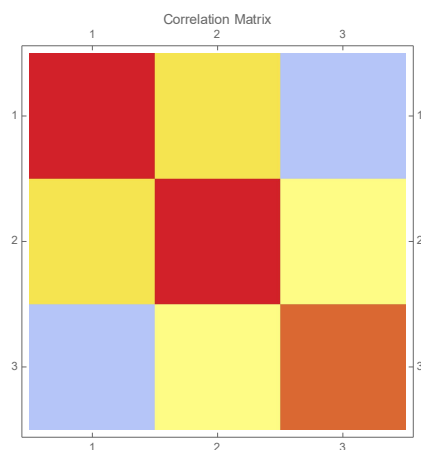


Рис. 1. Корреляционная матрица

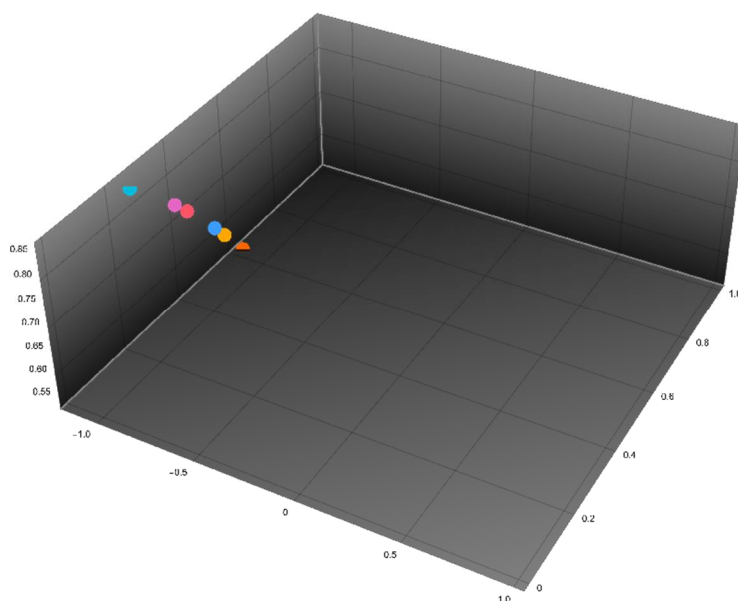


Рис. 2. Визуализация кластеров компаний металлургического комплекса в 2016 г.

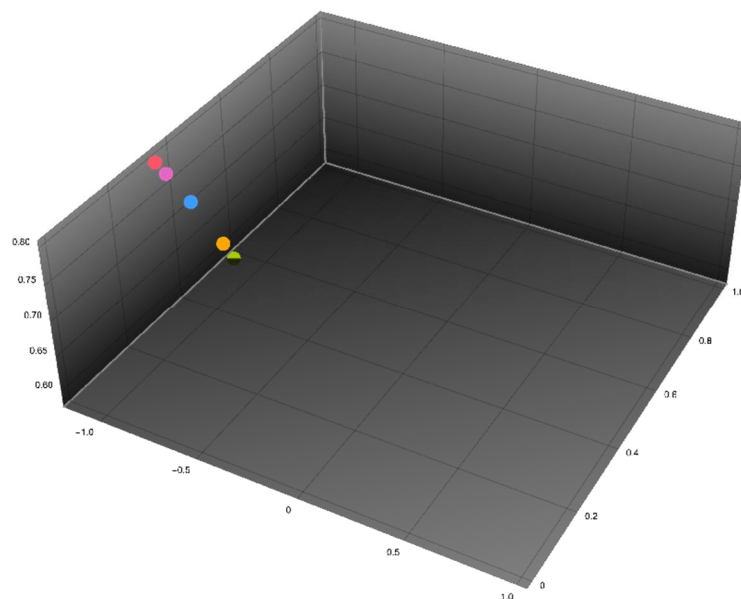


Рис. 3. Визуализация кластеров компаний металлургического комплекса в 2021 г.

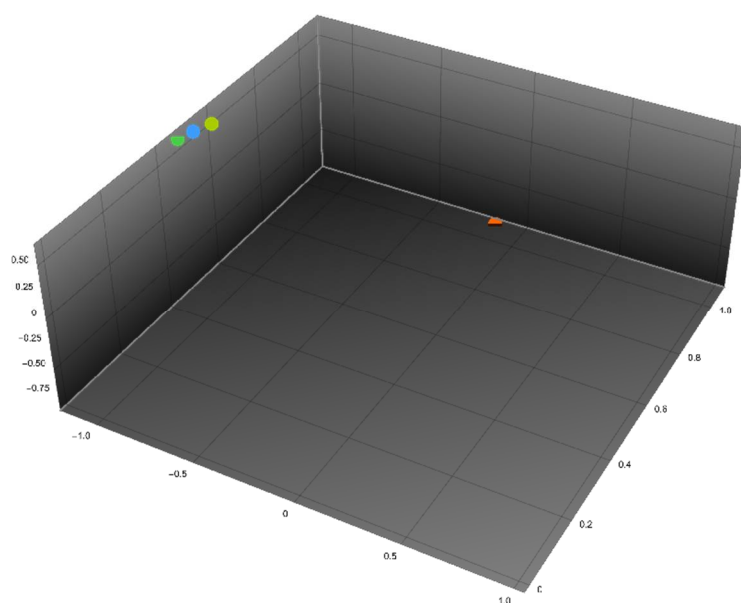


Рис. 4. Визуализация кластеров компаний металлургического комплекса в 2023 г.

Как видно из рис. 5, наиболее оптимальным распределением является группировка на три кластера по определению метода Данна.

Кластерный анализ по выбранным показателям был проведен на основании метода К-средних (K-means).

Полученные в ходе группировки кластеры представлены следующим образом (табл. 3).

### Обсуждение

На основе анализа отобранных показателей можно увидеть, что в 2016 г. в первый кластер входили первые 6 компаний: ПАО «Ашинский металлургический завод», ООО «ЕВРАЗ», ПАО «ММК», ПАО «Мечел», ПАО «НЛМК». Во второй кластер входила МКПАО «ОК РУСАЛ», в третий – ПАО «Северсталь», имеющее наилучшие показатели деятельности по отобранным фак-

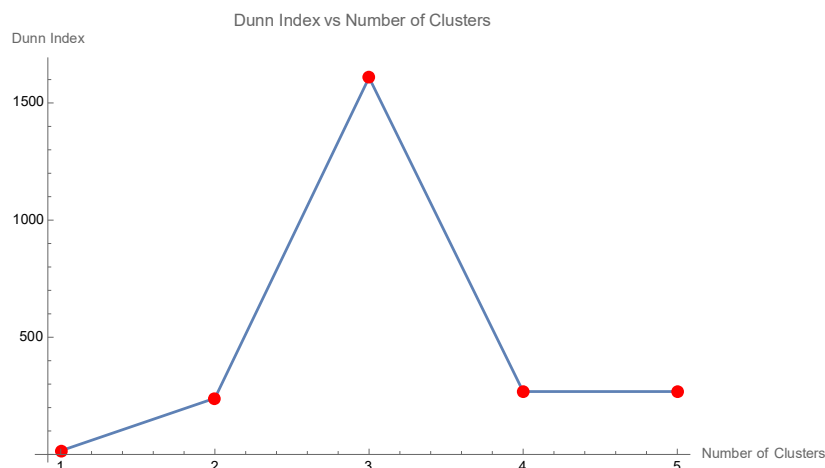


Рис. 5. Визуализация метода Данна

Таблица 3

## Группировка компаний металлургического комплекса по кластерам

Компания	Номер кластера		
	2016 г.	2021 г.	2023 г.
ПАО «Ашинский металлургический завод»	1	1	1
ООО «ЕВРАЗ»	1	2	2
ПАО «ММК»	1	2	2
ПАО «Мечел»	1	2	2
ПАО «НЛМК»	1	2	2
ПАО ГМК «Норильский никель»	1	2	3
МКПАО «ОК РУСАЛ»	2	2	3
ПАО «Северсталь»	3	3	3

торам среди рассматриваемых компаний металлургического комплекса.

Однако спустя 6 лет ситуация резко изменилась, и в первый кластер входит только ПАО «Ашинский металлургический завод». Во второй кластер, улучшив свои позиции, входят 6 компаний металлургического комплекса России – ООО «ЕВРАЗ» и ПАО «ММК», ПАО «Мечел», ПАО «НЛМК», ПАО ГМК «Норильский никель», МКПАО «ОК РУСАЛ». ПАО «Северсталь» вошло в третий кластер с наилучшими показателями деятельности.

В 2023 г. ПАО «Ашинский металлургический завод» также осталось на первом месте, ООО «ЕВРАЗ» и ПАО «ММК», ПАО «Мечел» остались на во втором кластере, однако ПАО ГМК «Норильский никель» и МКПАО «ОК РУСАЛ» улучшили свои позиции и перешли в кластер № 3 вместе, присоединившись к ПАО «Северсталь».

## Заключение

Оценка деятельности компании – один из важнейших этапов, в том числе для компании металлургического комплекса России. В работе были отобраны 3 основных фактора, влияющих на деятельность компаний металлургического комплекса, и положены в основу кластерного анализа при оценке деятельности 8 компаний. В исследовании проводился кластерный анализ на основе показателей чистой рентабельности, EV и чистого долга за 2016, 2021 и 2023 гг.

В 2021 г. наблюдаются значительные улучшения в деятельности компаний металлургического комплекса, что можно увидеть при переходе компаний из одного кластера в другой. ПАО «Ашинский металлургический завод» продолжает сохранять свои высокие позиции как в 2016 г., так и в 2021 и 2023 гг. Деятельность ПАО «Северсталь» к 2021 и 2023 гг., к сожалению,

нию, не улучшилась. Полученные результаты сбалансированными, а развитие в данной отрасли промышленности – однородным [см. условия и ситуация в стране становятся более также: 11–15].

#### Список источников

1. Vasil'tsov V.S., Nysh M.S., Solovieva A.V. Management of the development of a metallurgical company on the basis of the algorithm of the pre-investment analysis // *Chernye Metally*. 2023. No. 1. doi:10.17580/chm.2023.01.12.
2. Comparative study of sustainable key performance indicators in metallurgical industry / R. Lenort, D. Staš, P. Wicher, D. Holman, K. Ignatowicz // *Rocznik Ochrona Srodowiska*. 2017. No. 19.
3. Kogdenko V.G., Kazakova N.A. Monitoring the development sustainability of metallurgical companies // *Chernye Metally*. 2022. No. 11. doi:10.17580/chm.2022.11.09.
4. Балабанов В.К. Формирование рынка в СФО по отрасли: цветная металлургия; черная металлургия // *Интенаука*. 2023. № 284 (14). doi:10.32743/26870142.2023.14.284.355445.
5. Артамошкин И.П. Особенности выхода российских компаний на зарубежный рынок // *Тенденции развития науки и образования*. 2021. № 72 (7). doi:10.18411/lj-04-2021-276.
6. Blacha L., Brzóška J. The use of the balanced scorecard in evaluating the results of the innovations implemented in metallurgical companies // *Metalurgija*. 2016. No. 55 (4).
7. Fedorenko I.N., Makarov V.V. Internal control as a tool for anti-crisis stability of metallurgical companies // *Chernye Metally*. 2021. No. 12. doi:10.17580/chm.2021.12.14.
8. Assessment and forecasting of economic sustainability of Russian metallurgical companies / N.A. Kazakova, A.E. Sivkova, V.G. Kogdenko, I. Kuzmina // *Chernye Metally*. 2020. No. 4.
9. Yashalova N.N., Potravny I.M. Possibilities of applying ESG-principles and methods of climate financing in the management practice of ferrous metallurgy enterprises // *Chernye Metally*. 2023. No. 5. doi:10.17580/chm.2023.05.12.
10. Аль Дарабсе А.М.Ф., Маркова Е.В. Горнодобывающая и металлургическая промышленность Иордании: современное состояние проблем и приоритеты стратегического развития. 2020. URL: <https://doi.org/10.34708/gstou.conf.2020.11.84.039>.
11. Borlea S.N., Achim M.V. Assessing bankruptcy risk for Romanian metallurgical companies // *Metalurgija*. 2014. No. 53 (2).
12. Chvileva T.A., Golovina E.I. Publication of reporting of metallurgical companies in context of the concept of corporate sustainable development // *Journal of Industrial Pollution Control*. 2017. No. 33 (1).
13. Earnings management in V4 countries: the evidence of earnings smoothing and inflating / T. Kliestik, J. Belas, K. Valaskova, E. Nica, P. Durana // *Economic Research-Ekonomska Istrazivanja*. 2021. No. 34 (1). doi:10.1080/1331677X.2020.1831944.
14. Kostyukhin Yu.Yu. Strategic management of Russian metallurgy in the context of challenges and risks // *Management Sciences*. 2022. No. 12 (2). doi:10.26794/2304-022x-2022-12-2-21-32.
15. A novel intelligent manufacturing mode with human-cyber-physical collaboration and fusion in the non-ferrous metal industry / Q. Liu, M. Liu, Z. Wang, F. Yan, Y. Ma, W. Shen // *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 2022. No. 119 (1–2). doi:10.1007/s00170-021-08250-5.

#### References

1. Vasil'tsov V.S., Nysh M.S., Solovieva A.V. Management of the development of a metallurgical company on the basis of the algorithm of the pre-investment analysis // *Chernye Metally*. 2023. No. 1. doi:10.17580/chm.2023.01.12.
2. Comparative study of sustainable key performance indicators in metallurgical industry / R. Lenort, D. Staš, P. Wicher, D. Holman, K. Ignatowicz // *Environmental Protection Yearbook*. 2017. No. 19.
3. Kogdenko V.G., Kazakova N.A. Monitoring the development sustainability of metallurgical companies // *Chernye Metally*. 2022. No. 11. doi:10.17580/chm.2022.11.09.
4. Balabanov V.K. Market formation in the Siberian Federal District by industry: non-ferrous metallurgy; ferrous metallurgy // *Интенаука*. 2023. No. 284 (14). doi:10.32743/26870142.2023.14.284.355445.
5. Artamoshkin I.P. Features of the entry of Russian companies into the foreign market // *Trends in the development of science and education*. 2021. No. 72 (7). doi:10.18411/lj-04-2021-276.



6. Blacha L., Brzóska J. The use of the balanced scorecard in evaluating the results of the innovations implemented in metallurgical companies // *Metalurgija*. 2016. No. 55 (4).
7. Fedorenko I.N., Makarov V.V. Internal control as a tool for anti-crisis stability of metallurgical companies // *Chernye Metally*. 2021. No. 12. doi:10.17580/chm.2021.12.14.
8. Assessment and forecasting of economic sustainability of Russian metallurgical companies / N.A. Kazakova, A.E. Sivkova, V.G. Kogdenko, I. Kuzmina // *Chernye Metally*. 2020. No. 4.
9. Yashalova N.N., Potravny I.M. Possibilities of applying ESG-principles and methods of climate financing in the management practice of ferrous metallurgy enterprises // *Chernye Metally*. 2023. No. 5. doi:10.17580/chm.2023.05.12.
10. Al Darabseh A.M.F., Markova E.V. Mining and metallurgical industry of Jordan: current state of problems and priorities of strategic development. 2020. URL: <https://doi.org/10.34708/gstou.conf.2020.11.84.039>.
11. Borlea S.N., Achim M.V. Assessing bankruptcy risk for Romanian metallurgical companies // *Metalurgija*. 2014. No. 53 (2).
12. Chvileva T.A., Golovina E.I. Publication of reporting of metallurgical companies in context of the concept of corporate sustainable development // *Journal of Industrial Pollution Control*. 2017. No. 33 (1).
13. Earnings management in V4 countries: the evidence of earnings smoothing and inflating / T. Kliestik, J. Belas, K. Valaskova, E. Nica, P. Durana // *Economic Research-Ekonomska Istrazivanja*. 2021. No. 34 (1). doi:10.1080/1331677X.2020.1831944.
14. Kostyukhin Yu.Yu. Strategic management of Russian metallurgy in the context of challenges and risks // *Management Sciences*. 2022. No. 12 (2). doi:10.26794/2304-022x-2022-12-2-21-32.
15. A novel intelligent manufacturing mode with human-cyber-physical collaboration and fusion in the non-ferrous metal industry / Q. Liu, M. Liu, Z. Wang, F. Yan, Y. Ma, W. Shen // *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 2022. No. 119 (1–2). doi:10.1007/s00170-021-08250-5.

#### ***Информация об авторе***

Л.Д. Савенков – кандидат экономических наук, доцент Института финансов, экономики и управления Тольяттинского государственного университета.

#### ***Information about the author***

L.D. Savenkov – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor at the Institute of Finance, Economics and Management of Tolyatti State University.

Статья поступила в редакцию 05.02.2024; одобрена после рецензирования 28.02.2024; принята к публикации 05.03.2024.

The article was submitted 05.02.2024; approved after reviewing 28.02.2024; accepted for publication 05.03.2024.