



**Экономика, организация
и управление предприятиями,
отраслями, комплексами**

Научная статья

УДК 338.242.2

DOI: <https://doi.org/10.17308/econ.2022.3/10017>

JEL: D4; L1

**Разработка методологических основ для оценки
конкурентоспособности отраслей промышленности**

Д. В. Севастьянов¹, И. В. Сутубалов², М. С. Дориомедов³, А. И. Сутубалов^{4✉}

^{1,2,3,4} Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов
Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», ул. Радио, 17,
105005, Москва, Российская Федерация

Предмет. Конкурентоспособность отраслей промышленности является одним из главных условий развития экономики и успешной международной торговли. Государство реализует комплекс мер в рамках программы «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности». Целевые показатели, заложенные в государственной программе, отражают развитие общих тенденций в отраслях и не позволяют оценить достигнутый уровень конкурентоспособности. Реальная оценка достигнутых результатов изменения уровня конкурентоспособности отраслей позволит оценить эффективность государственных мер поддержки и использования бюджетных средств.

Цели. Разработка методики оценки уровня конкурентоспособности отраслей/подотраслей промышленности, которая дает возможность визуально оценить текущий уровень и динамику изменения конкурентоспособности.

Методология. Работа проведена на основании обобщения эмпирических данных хозяйственной деятельности экономических субъектов, данных опросов и данных таможенной статистики Российской Федерации.

Результаты. В работе проведен анализ существующих методов оценки конкурентоспособности, выявлены их сильные и слабые места. Предложена методика оценки уровня конкурентоспособности отраслей/подотраслей промышленности, основанная на матричном методе. В методике используются два базовых параметра: доля экспорта продукции с высокой добавленной стоимостью в годовом отечественном производстве; доля отечественной продукции в годовом объеме внутреннего потребления.

Выводы. На примере отраслей редкоземельных металлов и молибдена показано, что предложенная методика позволяет оценить уровень и наглядно представить динамику изменения конкурентоспособности отраслей. Разработанная методика может также использоваться как один из инструментов выявления «проблемных» отраслей.

Ключевые слова: конкуренция, конкурентоспособность отрасли, матрица конкурентоспособности.

Для цитирования: Севастьянов Д. В., Сутубалов И. В., Дориомедов М. С., Сутубалов А. И. Разработка методологических основ для оценки конкурентоспособности отраслей промышленности // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Экономика и управление. 2022. № 3. С. 113–128. DOI: <https://doi.org/10.17308/econ.2022.3/10017>

Введение

В настоящее время высокая конкурентоспособность отраслей промышленности является одним из главных условий успешной международной торговли и развития экономики. В России для развития промышленности Постановлением Правительства РФ от 15 апреля 2014 г. № 328 утверждена государственная программа «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности». Главная цель программы – формирование в гражданских отраслях промышленности Российской Федерации глобального конкурентоспособного сектора с высоким экспортным потенциалом, обеспечивающего достижение национальных целей развития.

В работе И. Н. Рыковой и др. [10] отмечено, что относящиеся к данной госпрограмме отрасли сложно измеримы с позиции комплексности и целостности. Для качественной оценки развития промышленности и повышения конкурентоспособности отраслей требуется совершенствование методологии статистического учета предприятий и организаций. Кроме того, сложность оценки конкурентоспособности связана с тем, что на мировом рынке конкурируют не просто национальные компании, а комплексы взаимодействующих организаций (предприятия, органы власти, научно-исследовательские институты), которые в рамках национальной статистики могут относиться к различным отраслям экономики.

В мировой и отечественной практике принято множество методов оценки конкурентоспособности, которые отличаются различными объектами исследования, целями и инструментариями. Следует отметить, что большинство методов решают узкие практические задачи и направлены на оценку предприятий и выпускаемой продукции. Наиболее известны следующие методы.

1. Метод «пяти сил» М. Портера, подробно описанный в работе К. С. Момая [19] и основанный на анализе влияния на объект факторов, описывающих конкуренцию: появления новых участников, появления продуктов-заменителей, власти поставщиков, власти потребителей, внутриотраслевой конкуренции. В результате анализа определяется взаимодействие участников рынка и вырабатываются стратегические шаги развития. Тем не менее метод не учитывает ряд факторов, в частности роль государства и взаимосвязь между собой участников рынка. Кроме того, применение метода «пяти сил» М. Портера устанавливает высокие требования к квалификации эксперта –

необходимо, чтобы он обладал специальными знаниями в области деятельности объекта.

2. Методический подход А. А. Томпсона, представленный в работе А. А. Томпсона и А. Дж. Стрикленда [23]. Данный подход обеспечивает полномасштабный анализ отрасли и нацелен на получение следующей информации:

- экономические характеристики отрасли;
- конкурентные силы, действующие в отрасли (метод «пяти сил» М. Портера);
- причины изменений в структуре конкурентных сил отрасли и вероятность влияния этих факторов в будущем;
- выявление сильных/слабых конкурентных позиций компаний отрасли;
- описание наиболее вероятного следующего стратегического шага конкурентов;
- выявление ключевых факторов в конкурентной борьбе;
- перспективы высокого уровня прибыльности отрасли.

К минусам метода можно отнести высокую трудоемкость и повышенные требования к аналитикам, которые должны уметь разрабатывать вероятные сценарии и обладать всесторонней информацией в рамках отрасли.

3. SWOT-анализ, описанный в работах М. Портера [20] и В. А. Сальникова, Д. И. Галимова [11] и представляющий собой метод маркетингового анализа состояния объекта и конкурентной среды, в процессе которого проводится экспертная оценка текущего состояния объекта, выявляются его сильные и слабые стороны, формируется прогноз возможностей и угроз для объекта и предлагаются стратегические шаги реагирования. Для проведения SWOT-анализа требуется, чтобы эксперт обладал опытом построения прогнозов и компетенциями в области деятельности объекта: действующее производство, инновации, социальная сфера, законодательство, трудовые ресурсы и т. д.

4. Матричные методы оценки конкурентоспособности, описанные в работе В. Н. Закировой [8]. Указанные методы относятся к графическим методам оценки и основаны на анализе матрицы, выстроенной в виде системы координат, причем по одной оси откладываются рыночные показатели, а по другой – внутренние показатели состояния объекта. К таким методам относятся следующие матрицы:

- «Стадия развития рынка / конкурентная позиция» (модель Hofer/Schendel, предложенная в работе Ч. Хофера и Д. Шенделя [17]);

– «Привлекательность отрасли / конкурентоспособность» (модель Shell/DPM, описанная в работе Дж. Робинсона и др. [21]);

– «Привлекательность рынка / конкурентоспособность» (модель GE/Mc Kinsey, рассмотренная в статье Б. Сейра и Т. Хоффера [22]);

– «Стадия жизненного цикла продукции/ конкурентная позиция» (модель ADL/LC, представленная в труде Р. Вилсона и К. Гиллигана [24]);

– «Темпы роста рынка / удельный вес предприятия на рынке» (матрица БКГ, описанная в статье Б. Сейра и Т. Хоффера [22]).

Главным недостатком перечисленных матричных методов является их направленность. Матричные методы позволяют оценить только конкурентоспособность товара или компании. Кроме того, с помощью матричных методов невозможно выявить причины сложившейся ситуации и выработать верное управленческое решение.

5. Методы количественной оценки конкурентоспособности, подробно описанные в статье А. Ж. Гамзатовой [4]. Для определения экономических индексов наиболее часто используется метод средней геометрической взвешенной. В данном случае интегральный показатель рассчитывается по следующей формуле [там же]:

$$K = a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5 \sqrt[l_1^{a_1} \times l_2^{a_2} \times l_3^{a_3} \times l_4^{a_4} \times l_5^{a_5}] \quad (1)$$

где a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 – весовые коэффициенты показателей, l_1, l_2, l_3, l_4, l_5 – частные показатели эффективности отрасли.

К минусам данного метода можно отнести необходимость экспертной оценки веса показателей и дальнейшей трактовки рассчитанных величин. Кроме того, если хотя бы один показатель будет равен нулю, то значение интегрального показателя эффективности будет обращено в ноль [8].

Таким образом, разработка подхода, который позволяет без применения сложных моделей и трудоемкого полного анализа отрасли оценить уровень ее конкурентоспособности, является актуальной задачей.

В настоящей работе предлагается методика, базирующаяся на данных, которые содержатся в открытых источниках, а также результатах опросов и позволяющая визуально оценить динамику изменения уровня конкурентоспособности отраслей промышленности, что в свою очередь позволит оценить эффективность использования бюджетных инвестиций.

Методология исследования и данные

Методика оценки конкурентоспособности отраслей

Понятие «конкурентоспособность отрасли» подразумевает способность отрасли производить товары и услуги, отвечающие требованиям мировых и внутренних рынков. Так, в работе В. А. Васяйчевой [3] одними из главных факторов, влияющих на конкурентоспособность отрасли, обозначены «позиционирование на мировом рынке» (доля экспортной продукции и динамика ее продаж) и «позиционирование на внутреннем рынке» (доля импортной продукции и динамика ее продаж).

В целом, как отмечено в работе М. Портера [20], конкурентоспособность отрасли определяется наличием у нее технических, экономических и организационных условий для создания производства и сбыта (с издержками не выше интернациональных) продукции высокого качества, удовлетворяющей требованиям конкретных групп потребителей.

Конкурентоспособность отрасли предполагает наличие конкурентных преимуществ перед аналогичными отраслями за рубежом, которые могут выражаться в наличии рациональной отраслевой структуры, группы высоко конкурентных предприятий-лидеров, подтягивающих другие предприятия отрасли до своего уровня; отлаженной опытно-конструкторской и прогрессивной производственно-технологической базы, развитой отраслевой инфраструктуры; гибкой системы научно-технического, производственного, материально-технического и коммерческого сотрудничества как внутри отрасли, так и с другими отраслями в стране и за ее пределами, эффективной системы распределения продукции. Наличие комплекса конкурентных преимуществ отрасли обеспечивает высокую конкурентоспособность и обеспечивает способность отрасли поставлять продукцию на экспорт и покрывать внутренний спрос. Поэтому разработка методологических основ оценки конкурентоспособности отрасли предполагает в первую очередь выработку перечня показателей, по которым будет оцениваться конкурентоспособность.

В качестве наиболее значимых факторов, отражающих степень конкурентоспособности отрасли, были выбраны следующие:

1) доля экспорта продукции с высокой добавленной стоимостью в годовом отечественном производстве;

2) доля отечественной продукции в годовом объеме внутреннего потребления.

На основе анализа имеющихся подходов в качестве индикативного инструмента оценки конкурентоспособности отраслей промышленности была предложена матричная методика, основанная на матрице БКГ (матрица Бостонской консалтинговой группы, подробно описана в работах Е. С. Гриднева [5] и М. Бодья [14]), которая наиболее оптимальным образом позволяет использовать выбранные показатели.

В предлагаемой матрице (см. рис. 1) позиция по горизонтальной оси соответствует доле отечественной продукции в годовом объеме внутреннего потребления. Значения показателя могут изменяться от 0 (вся потребляемая продукция импортируется) до 1 (внутренний спрос полностью закрывается отечественной продукцией). Чем выше значение данного показателя, тем выше уровень конкурентоспособности отрасли.

Позиция по вертикальной оси соответствует доле экспорта продукции с высокой добавленной стоимостью в годовом отечественном производстве. Значения по оси могут изменяться от 0 (экспорт полностью отсутствует или экспортируется только продукция «первого передела» с низкой добавленной стоимостью) до 1 (производится продукция с высокой добавленной стоимостью, которая поставляется на экспорт в полном объеме). Высокие значения данного показателя указывают на высокий уровень конкурентоспособности отрасли.

Последний справочный параметр (объем выпуска продукции) позволяет оценить динамику изменения объемов выпуска продукции отечественной промышленностью. В матрице отображается кругом, диаметр которого соответствует значению параметра.

Попадание полученного значения в первый квадрант сигнализирует о низком уровне конкурентоспособности отрасли, что связано с неспособностью отрасли обеспечить внутренний спрос на продукцию и отсутствием экспорта продукции конечных переделов.

Нахождение точки во втором и четвертом квадранте соответствует среднему уровню конкурентоспособности, так как в каждом случае только один показатель находится на высоком уровне. При этом в каждом конкретном квадранте для повышения уровня конкурентоспособности необходим свой алгоритм действий, поскольку природа невыполнения показателей различна.

Соответственно, попадание точки в третий квадрант свидетельствует о высоком уровне конкурентоспособности (отрасль обеспечивает нужды отечественной промышленности и производит конкурентоспособную продукцию, которая поставляется на экспорт).

Стоит отметить, что с течением времени уровень конкурентоспособности может изменяться, что отражается в матрице перемещением точки из одного квадранта в другой.

Как правило, программы повышения конкурентоспособности отрасли реализуются в

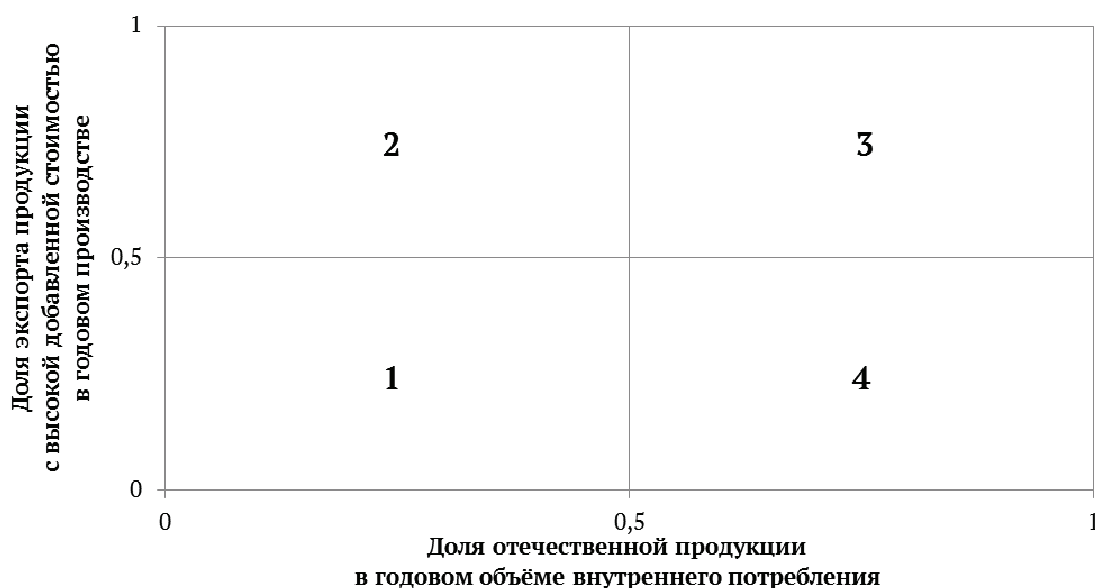


Рис. 1. Матрица конкурентоспособности

случае низкой конкурентоспособности отрасли, когда значение показателей матрицы соответствует первому квадранту. В идеальном случае после реализации программ предполагается рост показателей и движение точки в третий квадрант (рис. 2).

В случае перемещения показателей из первого квадранта во второй складывается ситуация, когда производство продукции и ее потребление на внутреннем рынке разбалансированы. Например, отрасль начала производить инновационные продукты, востребованные за рубежом, но отечественная промышленность не готова к их потреблению.

В случае перемещения показателей из первого квадранта в четвертый складывается ситуация, когда при реализации программы повышения конкурентоспособности отрасли выпуск новой продукции приводит к импортозамещению. Причинами отсутствия экспорта продукции с высокой добавленной стоимостью, вероятнее всего, могут являться: незначительный объем производства продукции, трудность преодоления барьеров при проникновении продукции на новые рынки.

Кроме того, возможно движение в обратную сторону из второго, третьего и четвертого квадрантов к первому, когда показатели по каким-либо причинам снижаются.

Следует отметить, что границы квадрантов задаются жестко и являются универсальными для всех отраслей. Во всех случаях матрица делится на 4 равных квадранта. Идеология, заложенная в разработанную методику, пред-

полагает, что на первом этапе осуществляется сбор открытых данных по рассматриваемой отрасли/подотрасли, на основании которых строится матрица конкурентоспособности. На втором этапе матрица анализируется экспертами с учетом особенностей отрасли и уровня ожиданий с целью выработки рекомендаций для органов власти либо лиц, принимающих решения. Такой подход признан авторами более корректным по сравнению с ситуацией, когда границы квадрантов будут различаться от отрасли к отрасли. Методика с «плавающими» границами квадрантов, единственным способом задания которых будет экспертная оценка, теряет ключевое преимущество – универсальность.

Данные

Разработанная методика была проверена на отрасли редкоземельных металлов (далее – РЗМ) и отрасли молибдена.

Развитие отрасли РЗМ является в настоящее время важнейшей задачей, требующей развития инновационных технологий [6; 7; 12]. В связи с этим отрасль РЗМ включена в государственную программу «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности». Отрасль молибдена, наряду с отраслями некоторых других редких металлов, а также редкоземельных металлов, являлась предметом госконтракта № 21401.9990092002.17.004 от 19 июля 2021 г. «Экспертно-методологическое сопровождение реализации мероприятий, направленных на развитие производства редких, редкоземельных

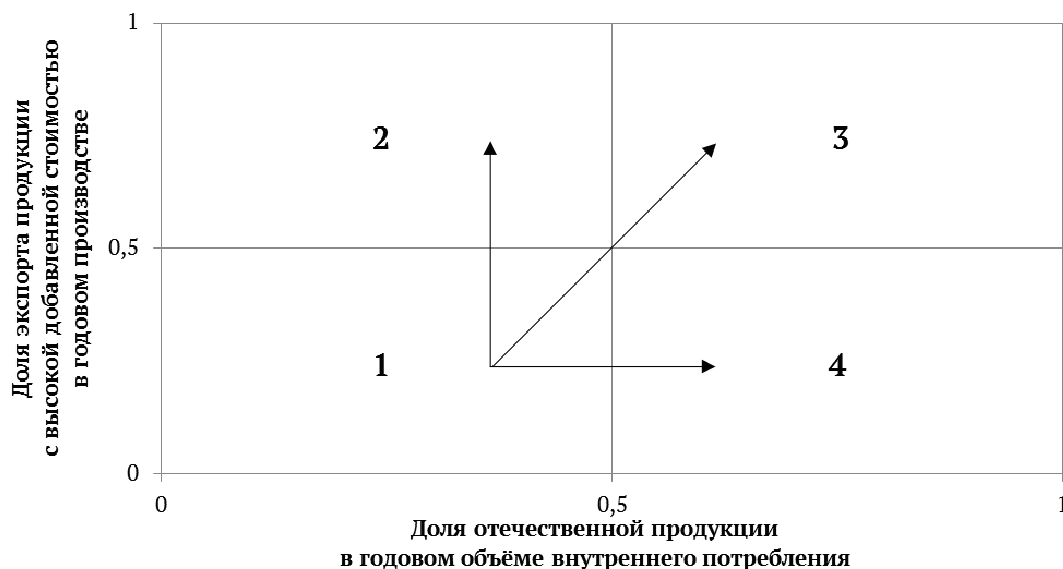


Рис. 2. Возможные пути повышения конкурентоспособности отрасли

и драгоценных металлов» (шифр «Развитие-ДМ»), заключенным между НИЦ «Курчатовский институт» – ВИАМ и Министерством промышленности и торговли РФ, в рамках которого были получены исходные данные для расчета коэффициентов конкурентоспособности. Кроме того, отрасль молибдена является хорошим модельным примером; за последние пять лет ситуация в отрасли достаточно сильно менялась, что позволяет наглядно представить динамику изменения уровня конкурентоспособности при помощи предложенной матрицы.

Отрасль редкоземельных металлов

Под РЗМ понимают скандий, иттрий, лантан и 14 лантаноидов; традиционно указанные металлы рассматриваются совместно.

В 2018–2020 гг. в России РЗМ в промышленных масштабах производили следующие компании: ОАО «СМЗ», ПАО «АКРОН», ООО «ЛИТ» (входит в ГК «Скайград»). Из-за незначительных объемов производства в расчетах не учитывается выпуск скандиевой продукции предприятиями АО «ДАЛУР» и ООО «РУСАЛ ИТЦ» (табл. 1).

Основной объем РЗМ ОАО «СМЗ» производит в виде коллективного концентрата карбонатов, большую часть которого отправляет для дальнейшей переработки на экспорт (табл. 2). Из-за высокого экспорта ОАО «СМЗ» наблюдается дисбаланс в сторону экспорта продукции с низкой добавленной стоимостью и импорта дорогостоящей продукции конечных переделов.

Отрасль молибдена

Молибден является одним из важнейших элементов и находит широкое применение в металлургии для легирования стали и жаропрочных сплавов. Неметаллургическое применение включает производство катализаторов, химических соединений, смазочных материалов и пигментов.

Основные формы поставки молибдена: молибденовая руда и концентрат; оксид и гидроксид молибдена, молибдат аммония и другие соединения; ферромолибден; молибден металлический и в форме порошка; молибденовый лом.

В РФ молибденовое сырье (концентрат) в большей части используется в производстве

Т а б л и ц а 1
Объем производства в России редкоземельных металлов в пересчете на оксиды, тонн

Производители	2018 г.	2019 г.	2020 г.
ОАО «СМЗ» ¹ , всего	2595,7	2619,9	2660,1
– на внутренний рынок	45,9	50	14,01
– на экспорт	2549,8	2569,9	2649,1
ПАО «АКРОН» ² , всего	87,2	70,5	88,8
– на внутренний рынок	82,2	70,5	82
– на экспорт	5	0	6,82
ООО «ЛИТ» ³ , всего	26,75	30	0
– на внутренний рынок	10	30	0
– на экспорт	–	–	–

¹ – Годовые отчеты ОАО «СМЗ» за 2018–2020 гг.

² – Годовые отчеты ПАО «Акрон» за 2018–2020 гг.

³ – Данные получены на основании опроса.

Т а б л и ц а 2
Характеристики отечественного рынка редкоземельных металлов (значения даны в пересчете на оксиды)

Показатели	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Производство РЗМ в России, тонн	2709,65	2720,4	2748,9
неразделенные (концентрат)	2595,7	2619,9	2660
разделенные	113,95	100,5	88,9
Импорт ¹ , тонн	834,7	1082,4	864,2
Внутренняя потребность ² , тонн	972,8	1233,3	960,74

¹ – База данных Федеральной таможенной службы.

² – Данные получены на основании опроса.

ферросплавов и лигатур, которые частично используются внутри страны, а частично направляются на экспорт. На данный момент производство ферромolibдена в России осуществляют: ООО «Сорский ФМЗ», ООО «Нижевожский ФСЗ», ООО «Молирен», ПАО «Ключевской завод ферросплавов», ООО «Рязанский завод ферросплавов и лигатур». В табл. 3 и 4 указаны характеристики рынка молибдена (в пересчете на чистый металл).

Результаты

Отрасль редкоземельных металлов

На основании данных, приведенных в табл. 1 и 2, проведен расчет коэффициентов и построена матрица конкурентоспособности (табл. 5, рис. 3).

Из рис. 3 следует, что, несмотря на высокий объем производства, показатели конкурентоспособности расположены в нижней части первого квадранта и дрейфуют к нулевым значениям, что свидетельствует о низкой конкурентоспособности отрасли РЗМ в рассматриваемом периоде. Это обусловлено тем, что в настоящее время в России отсутствует производство разделенных РЗМ в различных товарных формах. В частности, ОАО «СМЗ» производит продукцию с низкой добавленной стоимостью (коллективные концентраты карбонатов РЗМ), которая практически полностью экспортируется.

Высокий спрос на продукцию РЗМ (порядка 1000 тонн в год), создаваемый смежными отраслями, закрывается импортом, доля которого составляет около 90 %.

Таблица 3

Характеристики отечественного рынка молибдена, тонн (значения даны в пересчете на чистый металл) [2]

Показатели	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Добыча и производство	4 729	5 552	4 214	4 422	3 894
Внутреннее потребление	2 001	3 394	3 732	3 515	4 152
Внутреннее потребление отечественной продукции	1 024	2 634	2 792	2 525	2 461
Экспорт	3 705	2 918	1 422	1 897	1 433
Импорт	2 347	3 085	2 893	2 900	3 865
Экспорт продукции с добавленной стоимостью	3 631	2 888	1 333	1 817	1 339

Таблица 4

Характеристики рынка молибдена России по товарным подгруппам, тонн (значения даны в пересчете на чистый металл) [2]

Показатели	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Производство ферромolibдена	4309	3156	1997	2895	2546
Импорт ферромolibдена	51	289	158	144	574
Экспорт ферромolibдена	3607	2795	1108	1480	986
Импорт оксида молибдена	731	264	441	542	880
Импорт молибдаты	20	66	63	36	34
Экспорт молибдаты	3,1	0,8	0,7	6,3	1,4
Импорт «порошок»	0,5	12,2	48,4	41,3	35,7
Экспорт «порошок»	0,05	0,08	0,13	0,28	1,2
Импорт «молибден необр.»	38,5	41,2	90,3	64,1	86,8
Экспорт «лигатура Mo-Cr»	16	88	222	329	347
Импорт «прутки, профили»	114,4	67,7	107,7	141,5	60,1
Экспорт «прутки, профили»	5,3	3,8	2,1	1,3	3,8
Импорт «проволока»	21,5	15,4	15,6	14,5	16,1
Экспорт «проволока»	0,03	0,05	0,1	0	0

Таблица 5

Коэффициенты конкурентоспособности отрасли редкоземельных металлов за 2018–2020 гг.

Коэффициенты конкурентоспособности	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Доля экспорта продукции с высокой добавленной стоимостью в годовом производстве	0,002	0,006	0,002
Доля отечественной продукции в годовом объеме внутреннего потребления	0,142	0,122	0,100

На основании анализа матрицы конкурентоспособности можно констатировать, что мероприятия, проводимые в Российской Федерации по развитию промышленности редкоземельных металлов, не достигли своей цели.

Отрасль молибдена

На основании данных, приведенных в табл. 3 и 4, проведен расчет коэффициентов конкурентоспособности (табл. 6).

На основании рассчитанных коэффициентов построена матрица конкурентоспособности отрасли (рис. 4).

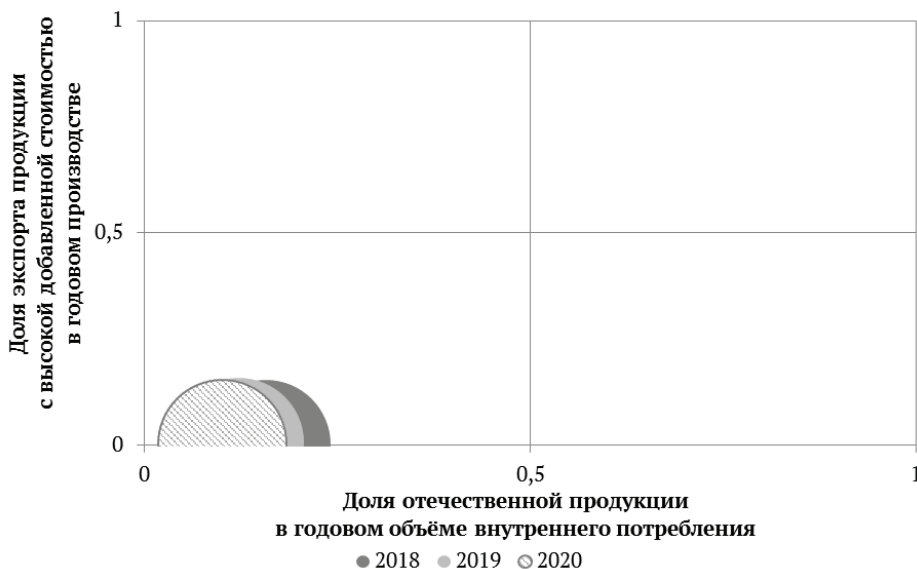


Рис. 3. Оценка конкурентоспособности отрасли РЗМ (2018–2020 гг.)

Т а б л и ц а 6

Коэффициенты конкурентоспособности отрасли молибдена за 2016–2020 гг.

Коэффициенты конкурентоспособности	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Доля отечественной продукции в годовом объеме внутреннего потребления	0,512	0,776	0,748	0,718	0,593
Доля экспорта продукции с высокой добавленной стоимостью в годовом производстве	0,768	0,520	0,316	0,411	0,344

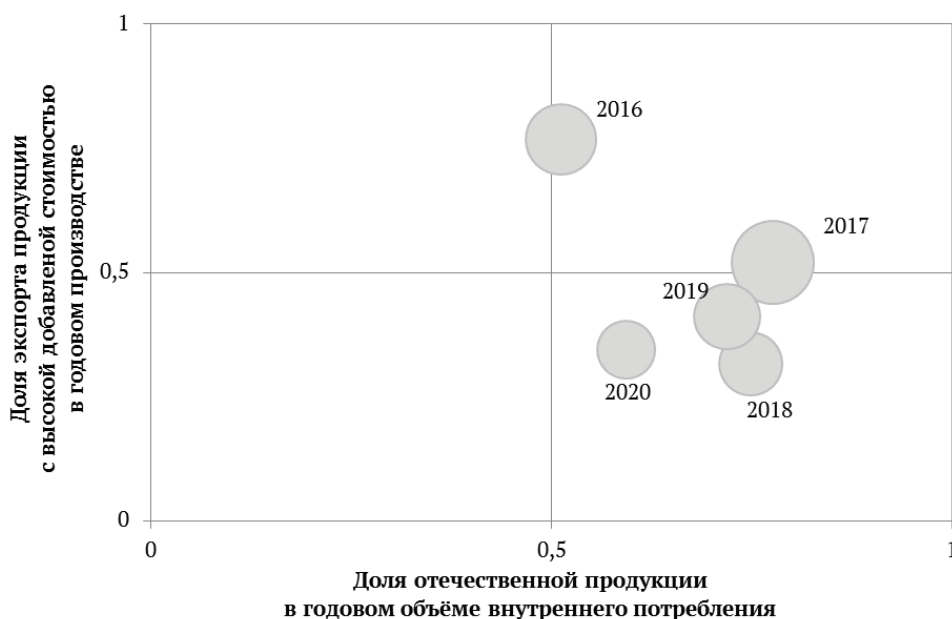


Рис. 4. Оценка конкурентоспособности отрасли молибдена (2016–2020 гг.)

Анализ матрицы конкурентоспособности показал, что конкурентоспособность отрасли уменьшается. В 2016 г. показатели находились в третьем квадранте матрицы, а в 2020 г. – в четвертом. При этом наблюдается движение в сторону снижения конкурентоспособности. На фоне падения объемов производства снизилась доля экспорта продукции с высокой добавленной стоимостью в годовом производстве. На показатели оказывают давление ежегодные объемы импорта по следующим товарным группам: ферромолибден, оксид молибдена, молибдаты, порошки молибденовые.

Обсуждение результатов

Существуют различные подходы, касающиеся выбора индикаторов для оценки конкурентоспособности крупных образований, сформированных в том числе по территориальному признаку (отрасль, региональный промышленный кластер и т. п.). Обсуждение оценки конкурентоспособности активно началось в 1980-х гг., когда промышленности США был брошен вызов со стороны развивающихся стран. В работе Ч. Лю [18] отмечено, что в то время высокая степень конкурентоспособности ассоциировалась с низкими издержками труда и политикой страны, которая помогала компаниям завоевывать доли на внутреннем и мировом рынках. Еще один подход в оценке конкурентоспособности описан в работе М. Дельгадо, К. Кетелс и др. [15], которые определили производительность как главный фактор конкурентоспособности. Схожая методология предложена в работе Б. Алгиери и А. Акуино [1], где отмечено, что конкурентоспособность региона определяется его возможностью производить продукцию, которая идет на экспорт. В работе К. Фишера, О. Хоссфельда и К. Редика [16] описана взаимосвязь продаж международных предприятий на мировых рынках и экспортных цен. Для оценки конкуренции предложено использовать набор индикаторов, основанных на ценовых показателях.

В целом проведенный анализ доступной литературы не выявил подходов к оценке конкурентоспособности отраслей промышленности, которые являлись бы аналогами методики, предложенной в настоящей работе. Хотелось бы остановиться более подробно на двух работах, где используется похожая методология.

Наиболее близкой с точки зрения используемых показателей является работа

Н. М. Абдикеева и др. [1], в которой проанализированы целевые индикаторы, заложенные в государственной программе РФ «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности». На основании критического анализа указанных индикаторов предложена методика оценки конкурентоспособности обрабатывающих отраслей, подразумевающая использование двух индикаторов. Первый индикатор представляет собой долю стоимости отечественной продукции конкретной товарной группы в общей стоимости этой продукции, реализованной на внутреннем рынке. Как видно, данный индикатор аналогичен предложенному авторами настоящей работы показателю «доля отечественной продукции в годовом объеме внутреннего потребления». Второй индикатор представляет собой долю стоимости экспортной продукции конкретной товарной группы в общей стоимости этой произведенной продукции. Данный индикатор аналогичен предложенному в настоящей работе показателю «доля экспорта продукции с высокой добавленной стоимостью в годовом производстве», за исключением того, что в первом случае речь идет об экспорте всей продукции конкретной товарной группы, в то время как рассмотренная выше методика предполагает подсчет только экспорта продукции с высокой добавленной стоимостью в рамках конкретной товарной группы, в которой продукция ранжирована по цепочке добавленной стоимости. Кроме того, представленные в работе Н. М. Абдикеева и др. [1] индикаторы определяются как отношение стоимостных величин, в то время как в предложенном подходе используются натуральные единицы измерения. По нашему мнению, подсчет в натуральных величинах является предпочтительным, поскольку в рамках одной товарной группы при использовании стоимостных величин наблюдается перекося в сторону продукции с высокой добавленной стоимостью, которая продается/покупается по более высокой цене по сравнению с продукцией с низкой добавленной стоимостью. Наконец, в работе Н. М. Абдикеева и др. [1] отсутствует матричное представление результатов, что является неотъемлемой частью разработанной методики.

Работа Ц. Чжана, Х. Эбберса и А. ван Виттелостуина [25] является наиболее близкой к настоящему исследованию с точки зрения использования матричного подхода. В статье

представлена методика оценки уровня глобальной конкурентоспособности и изучена динамика изменения конкурентоспособности китайской продукции в 97 товарных группах в рамках гармонизированной системы описания и кодирования товаров за период с 1996 по 2008 г. Предложенная методика оценки использует два комплексных индикатора. Первый индикатор базируется на трех показателях, которые определяются на основании фактических данных по торговым операциям (в частности, в качестве одного из показателей применяется внешнеторговый баланс). Второй индикатор также базируется на трех показателях, которые отражают прогнозные тенденции. На основе указанных индикаторов строится 2×2 матрица. Уровень конкурентоспособности продукции определяется позицией рассматриваемой товарной группы в том или ином квадранте матрицы. Следует отметить, что методика, разработанная Ц. Чжаном, Х. Эбберсом и А. ван Виттелостуином [25], аналогична методике, представленной в настоящей работе, только по применению матричного подхода и размерности матрицы. Использование комплексных индикаторов затрудняет оценку полученных результатов, поскольку позиции по осям матрицы не соответствуют имеющим физический смысл величинам.

Далее приведен анализ преимуществ и ограничений предложенной методики в контексте практического применения.

Одним из главных достоинств методики является простота, поскольку используются всего два численных параметра, значения которых могут быть получены путем сбора данных из открытых источников. Матричная форма представления результатов анализа определяет второе преимущество – наглядность.

Разработанный метод позволяет на мезоуровне оценить уровень конкурентоспособности отрасли по положению точки в матрице, которое определяется значениями выбранных показателей. При этом наиболее оптимальное применение методологии предполагает отход от традиционного деления отраслей на добывающие и обрабатывающие. Вместо этого предлагается рассмотрение «вертикально интегрированных» отраслей. Такое комбинирование позволяет отслеживать цепочки создания стоимости по всему циклу – начиная от добычи сырья и заканчивая выпуском целевого продукта с высокой добавленной

стоимостью. В частности, нецелесообразно рассматривать по отдельности нефтедобывающую и нефтеперерабатывающую отрасли. Оценка конкурентоспособности может быть выполнена для нефтяной промышленности как комбинации указанных отраслей. При этом в качестве первого звена цепочки стоимости будет выступать нефть, а в качестве последующих – продукты нефтепереработки (бензин, керосин и т. д.), пластики, различные химические соединения. Кроме того, указанный подход позволяет рассматривать отдельные подотрасли путем отслеживания цепочки создания стоимости для более узкой товарной группы.

Следует отметить, что именно направленность на отслеживание цепочки создания стоимости для какой-либо товарной группы (с учетом экспортной составляющей) является основной отличительной особенностью представленной методики. Такой подход, безусловно, накладывает некоторые ограничения. В частности, отраслевые сегменты, тесно связанные с военно-промышленным комплексом, сложно оценить, используя разработанную методологию, поскольку данные по продукции военного назначения являются закрытыми, а сама продукция поставляется в основном на внутренний рынок с использованием механизма государственного оборонного заказа. В то же время, как отмечается в работе А. В. Золотарева и В. В. Золотарева [9], конкурентоспособность предприятий оборонной отрасли может рассматриваться в следующих направлениях: производство вооружения, военной и специальной техники; производство продукции гражданского назначения; инновационные разработки военного и двойного назначения; производство техники и вооружения для иностранных заказчиков. Таким образом, предложенная методика может быть применена к продукции гражданского назначения, выпускаемой оборонными предприятиями.

Заключение

Авторами выполнен анализ существующих методов оценки конкурентоспособности отраслей промышленности. Разработана методика оценки уровня конкурентоспособности вертикально интегрированных отраслей/подотраслей, которая позволяет в динамике отслеживать цепочки создания стоимости

по всему циклу – начиная от добычи сырья и заканчивая выпуском целевого продукта с высокой добавленной стоимостью. Методика базируется на матрице Бостонской консалтинговой группы и содержит всего два численных параметра – доля отечественной продукции в годовом объеме внутреннего потребления (позиция по горизонтальной оси), доля экспорта продукции с высокой добавленной стоимостью в годовом производстве (позиция по вертикальной оси). Значения первого из указанных параметров могут изменяться от 0 (вся потребляемая продукция импортируется) до 1 (внутренний спрос полностью покрывается отечественной продукцией). Чем выше значение данного показателя, тем выше уровень конкурентоспособности отрасли. Значения второго параметра могут изменяться от 0 (экспорт полностью отсутствует или экспортируется только продукция «первого передела» с низкой добавленной стоимостью) до 1 (производится продукция с высокой добавленной стоимостью, которая поставляется на экспорт в полном объеме). Высокие значения данного показателя указывают на высокий уровень конкурентоспособности отрасли.

Уровень конкурентоспособности оценивается по положению точки в матрице, которое определяется значениями указанных параметров. Еще один параметр (объем выпуска продукции) является справочным; в матрице данный параметр обозначается кругом, диаметр которого пропорционален значению параметра. Такой подход обеспечивает простоту и наглядность представления результатов, что выгодно отличает предложенную методику от существующих подходов.

Представленная в работе методика оценки уровня конкурентоспособности может использоваться как один из инструментов с целью выявления «проблемных» отраслей. Следует отметить, что для правильной трактовки ситуации в отрасли необходимо проводить дополнительные исследования по следующим позициям: применяемые технологии, себестоимость продукции, качество сырья, логистика производства, обеспеченность кадрами и т. п. Таким образом, окончательные выводы по уровню конкурентоспособности рассматриваемой отрасли/подотрасли могут быть сделаны на основе экспертного анализа полученных результатов.

Методика апробирована на отрасли РЗМ и отрасли молибдена. Для каждой отрасли оценка конкурентоспособности по разработанной методике позволила выявить изменения конкурентоспособности в рассматриваемом периоде.

Построенная матрица конкурентоспособности отрасли РЗМ однозначно позволяет оценить состояние отрасли и сделать следующие выводы:

- в настоящее время отрасль неспособна производить конкурентную продукцию с высокой добавленной стоимостью;
- отрасль неспособна обеспечить внутренний спрос на продукцию РЗМ;
- изменений в отрасли, повышающих ее конкурентоспособность, не происходило;
- требуется дополнительное изучение причин, по которым предприятия отрасли не развивают производство разделенных РЗМ, несмотря на высокий спрос. ОАО «СМЗ» в соответствии с годовыми отчетами не рассматривает развитие производства. Единственное предприятие (ООО «ЛИТ»), которое могло бы перерабатывать концентрат ОАО «СМЗ», по экономическим причинам ориентировано на развитие проекта по переработке альтернативного сырья (фосфогипс). Кроме того, из-за низкой рентабельности остановлено производство разделенных РЗМ на ПАО «Акрон».

В отрасли молибдена выявлена негативная динамика по объемам производства. Так, если в 2016 г. показатели находились в третьем квадранте матрицы, то в 2020 г. они уже располагались в четвертом квадранте. При этом наблюдается движение в сторону снижения конкурентоспособности. Кроме того, на фоне падения объемов производства снизилась доля экспорта продукции с высокой добавленной стоимостью в годовом производстве.

Приведенные примеры указывают на значительный потенциал применения разработанной авторами настоящего исследования методики для оценки конкурентоспособности различных отраслей/подотраслей отечественной промышленности. Результаты могут способствовать повышению конкурентоспособности российских предприятий. Конечной целью является доминирование отечественных предприятий на внутреннем рынке при одновременном экспорте продукции с высокой добавленной стоимостью.

Конфликт интересов

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Библиографический список

1. Абдикеев Н. М. и др. Целевые индикаторы повышения конкурентоспособности отраслей обрабатывающей промышленности в Российской Федерации // Стратегические решения и риск-менеджмент. 2018. № 3 (108). С. 10–15.
2. Боярко Г. Ю., Хатьков В. Ю. Современное состояние молибденовой промышленности России // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2021. № 2 (332). С. 73–86. DOI: 10.18799/24131830/2021/2/3044
3. Васяйчева В. А. Исследование экономического содержания категории «конкурентоспособность отрасли промышленности» // Вестник Самарского государственного университета. 2015. № 5 (127). С. 80–88.
4. Гамзатова А. Ж. Методы оценки конкурентоспособности предприятия // Современная научная мысль. 2018. № 3. С. 186–188.
5. Гриднев Е. С. Применение матрицы БКГ при разработке стратегии предприятия // Вестник Камчатского государственного технического университета. 2010. № 10. С. 61–64.
6. Дориомедов М. С. и др. Нормативная документация в области редкоземельных металлов // Труды ВИАМ: электрон. науч.-технич. журн. 2018. № 5. С. 18–23. DOI: 10.18577/2307-6046-2018-0-5-18-23
7. Дориомедов М. С., Севастьянов Д. В., Шейн Е. А. Технологические, институциональные и экономические тенденции в отрасли редких и редкоземельных металлов // Труды ВИАМ: электрон. науч.-технич. журн. 2019. № 7. С. 3–11. DOI: 10.18577/2307-6046-2019-0-7-3-11
8. Закирова В. Н. Методологические аспекты оценки конкурентоспособности отрасли // Экономические науки. 2017. № 6. С. 92–96.
9. Золотарев А. В., Золотарев В. В. Конкуренция и конкурентоспособность в сфере оборонно-промышленного комплекса в современных экономических условиях // Вопросы управления. 2020. № 2 (63). С. 111–120. DOI: 10.22394/2304-3369-2020-2-111-120
10. Рыкова И. Н. и др. Оценка эффективности реализации государственной программы «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности» // Финансовый журнал. 2014. № 2. С. 15–30.
11. Сальников В. А., Галимов Д. И. Конкурентоспособность отраслей российской промышленности – текущее состояние и перспективы // Проблемы прогнозирования. 2006. № 2. С. 55–83.
12. Севастьянов Д. В. и др. Направления развития производственных технологий в области редкоземельных металлов // Труды ВИАМ: электрон. науч.-технич. журн. 2018. № 1. С. 4. DOI: 10.18577/2307-6046-2018-0-1-4-4
13. Algeri B., Aquino A., Mannarino L. Non-Price Competitiveness and Financial Drivers of Exports: Evidences from Italian Regions // Italian Economic Journal. 2018. Vol. 4. P. 107–133. DOI: 10.1007/s40797-016-0047-6
14. Bod'a M., Zimková E. Iso-analysis for knowing the sources of technical efficiency and performance // Operational Research. 2016. Vol. 18(2). P. 421–449. DOI: 10.1007/s12351-016-0271-8
15. Delgado M. et al. The determinants of national competitiveness // NBER. 2012. Working Paper No. 18249. DOI: 10.3386/w18249
16. Fischer C., Hossfeld O., Radeck K. On the Suitability of Alternative Competitiveness Indicators for Explaining Real Exports of Advanced Economies // Open Economies Review. 2019. Vol. 29 (1). P. 119–139.
17. Hofer C., Schendel D. Strategy Formulation: Analytical Concepts, St. Paul: West Pub. Co., 1978.
18. Liu C. International competitiveness and the fourth industrial revolution // Entrepreneurial Business and Economics Review. 2017. Vol. 5 (4). P. 111–133. DOI: 10.15678/EBER.2017.050405
19. Momaya K. S. The Past and the Future of Competitiveness Research: A Review in an Emerging Context of Innovation and EMNEs // International Journal of Global Business and Competitiveness. 2019. Vol. 14 (1). P. 1–10. DOI: 10.1007/s42943-019-00002-3
20. Porter M. E. Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors. New York : Free Press, 1980.
21. Robinson S. J. Q., Hichens R. E., Wade D. P. The directional policy matrix – tool for strategic planning // Long Range Planning. 1978. Vol. 11. P. 8–15. DOI: 10.1016/S0024-6301(78)80002-8
22. Seyr B. F., Hoffer T. Measuring, Visualizing, and Controlling Intangible Assets in Knowledge Management // Journal of the Knowledge Economy.

2020. Vol. 12 (5). P. 1462–1476. DOI: 10.1007/s13132-020-00676-8

23. *Thompson A. A., Strickland A. J.* Strategic management: Concepts and Cases. Chicago : McGraw-Hill, 13th edition, 2003.

24. *Wilson R. M. S., Gilligan C.* Strategic Marketing Management – Planning, Implementation and

Control. Elsevier Butterworth-Heinemann, 3rd Edition, 2005.

25. *Zhang J., Ebbers H., Van Witteloostuijn A.* The dynamics of the global competitiveness of Chinese industries // Post-Communist Economies. 2013. Vol. 25 (4). P. 492–511. DOI: 10.1080/14631377.2013.844930

Сутубалов Игорь Вячеславович, ведущий инженер, Управление «Центр трансфера технологий материалов нового поколения», Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», Москва, Российская Федерация

E-mail: inno@viam.ru

ORCID ID: 0000-0002-9308-7015

Сутубалов Александр Игоревич, техник, Управление «Центр трансфера технологий материалов нового поколения», Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», Москва, Российская Федерация

E-mail: inno@viam.ru

ORCID ID: 0000-0002-7995-5912

Севастьянов Денис Владимирович, канд. хим. наук, главный специалист, Управление «Центр трансфера технологий материалов нового поколения», Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», Москва, Российская Федерация

E-mail: inno@viam.ru

ORCID ID: 0000-0001-8001-6755

Дориомедов Михаил Сергеевич, канд. тех. наук, главный специалист, Управление «Центр трансфера технологий материалов нового поколения», Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», Москва, Российская Федерация

E-mail: inno@viam.ru

ORCID ID: 0000-0001-6343-9350

Поступила в редакцию 17.01.2022

Подписана в печать 22.04.2022



Economy, Organization and Management of the Enterprises, Branches, Complexes

Original article

UDC 338.242.2

DOI: <https://doi.org/10.17308/econ.2022.3/10017>

JEL: D4; L1

Development of a methodological framework for assessing the competitiveness of industries

D. V. Sevastyanov¹, I. V. Sutubalov², M. S. Doriomedov³, A. I. Sutubalov^{4✉}

^{1,2,3,4} All-Russian Scientific-Research Institute of Aviation Materials of National Research Center
«Kurchatov Institute», 17 Radio st., 105005, Moscow, Russian Federation

Subject. The competitiveness of industries is one of the main requirements for the development of the economy and successful international trade. The state implements a set of measures within the state programme “Development of the industry and increase of its competitiveness”. The targets included in the state programme reflect the development of general trends in industries and do not allow assessing the achieved level of competitiveness. A realistic estimate of the achieved results with regard to changing the level of industries’ competitiveness will make it possible to assess the effectiveness of state support measures and the use of budgetary funds.

Objectives. Development of a method for assessing the level of competitiveness of industries/sub-sectors of industry, which makes it possible to visually assess the current level and dynamics of changes in competitiveness.

Methodology. The study involved the generalisation of empirical data regarding the economic activities of economic entities, survey data, and customs statistics in the Russian Federation.

Results. The article analyses the existing methods for assessing competitiveness and identifies their strengths and weaknesses. It proposes a methodology for assessing the level of competitiveness of industries/sub-sectors of industry based on the matrix method. The methodology uses two basic parameters: the share of exported products with high added value in the annual domestic production and the share of domestic products in the annual volume of domestic consumption.

Conclusions. The rare-earth metals and molybdenum industries were used as an example to show that the proposed methodology allows assessing the level and clearly representing the dynamics of changes in the competitiveness of industries. The developed methodology can also be used as one of the tools for identifying “problematic” industries.

Key words: competition, industry competitiveness, competitiveness matrix.

For citation: Sevastyanov, D. V., Sutubalov, I. V., Doriomedov, M. S., Sutubalov, A. I. (2022) Development of a methodological framework for assessing the competitiveness of industries. *Proceedings of Voronezh State University. Series: Economics and Management.* (3), 113–128. (In Russ., abstract in Eng.). DOI: <https://doi.org/10.17308/econ.2022.3/10017>

Conflict of Interest

The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

References

1. Abdikeev, N. M. et al. (2018) The target indicators of the elevation of competitiveness of manufacturing branches in Russian Federation. *Strategic decisions and risk management*. 3(108), 10–15. (In Russian)
2. Boyarko, G. Yu. & Khatkov V. Yu. (2021) Current state of molybdenum industry in Russia. *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University*. 332 (2), 73–86. DOI: 10.18799/24131830/2021/2/3044 (In Russian)
3. Vasyaycheva, V. A. (2015) Study of economic content of the category of «Competitiveness of branch of an industry». *Vestnik of Samara University. Economics and Management*. 5(127), 80–88. (In Russian)
4. Gamzatova, A. J. (2018) Methods of assessment of competitiveness of enterprise. *Modern Scientific Thought*. 3, 186–188. (In Russian)
5. Gridnev, E. S. (2009) [Application of the BCG matrix in the development of enterprise strategy]. *Bulletin of Kamchatka State Technical University*. 10, 61–64. (In Russian)
6. Doriomedov, M. S. et al. (2018) Reference documentation in the field of rare earth elements. *Proceedings of VIAM*. 5(65), 18–23. DOI: 10.18577/2307-6046-2018-0-5-18-23 (In Russian)
7. Doriomedov, M. S., Sevastyanov, D. V. & Shein, E. A. (2019) Technological, Institutional and Economic trends in the industry of rare and rare-earth metal (Review). *Proceedings of VIAM*. 7(79), 3–11. DOI: 10.18577/2307-6046-2019-0-7-3-11 (In Russian)
8. Zakirova, V. N. (2017) Methodological aspects of assessing the competitiveness of the industry. *Economic Sciences*. 6, 92–96. (In Russian)
9. Zolotarev, A. V. & Zolotarev, V. V. (2020) Competition and competitiveness in the sphere of the military-industrial complex in the current economic environment. *Management issues*. 2(63), 111–120. DOI: 10.22394/2304-3369-2020-2-111-120 (In Russian)
10. Rykova, I. N. et al. (2014) Evaluation of the effectiveness of the implementation of the state program “Development of industry and increasing its competitiveness”. *Financial Journal*. 2, 15–30. (In Russian)
11. Salnikov, V. A. & Galimov, D. I. (2006) The competitiveness of Russian industries: current state and outlook. *Problemy Prognozirovaniya*. 2, 55–83. (In Russian)
12. Sevastyanov, D. V. et al. (2018) Directions for the development of manufacturing technologies in the field of rare earth metals. *Proceedings of VIAM*. 1(61), 4. DOI: 10.18577/2307-6046-2018-0-1-4-4 (In Russian)
13. Algieri, B., Aquino, A. & Mannarino, L. (2018) Non-Price Competitiveness and Financial Drivers of Exports: Evidences from Italian Regions. *Italian Economic Journal*. 4, 107–133. DOI:10.1007/s40797-016-0047-6
14. Bod'a, M. & Zimková, E. (2016) Iso-analysis for knowing the sources of technical efficiency and performance. *Operational Research*. 18(2), 421–449. DOI: 10.1007/s12351-016-0271-8
15. Delgado, M. et al. (2012) The determinants of national competitiveness. *NBER. Working Paper*. 18249. DOI: 10.3386/w18249
16. Fischer, C., Hossfeld, O. & Radeck, K. (2019) On the Suitability of Alternative Competitiveness Indicators for Explaining Real Exports of Advanced Economies. *Open Economies Review*. 29(1), 119–139.
17. Hofer, C. & Schendel, D. (1978) Strategy Formulation: Analytical Concepts. St. Paul: West Pub. Co.
18. Liu, C. (2017) International competitiveness and the fourth industrial revolution. *Entrepreneurial Business and Economics Review*. 5(4), 111–133. DOI: 10.15678/EBER.2017.050405
19. Momaya, K. S. (2019) The Past and the Future of Competitiveness Research: A Review in an Emerging Context of Innovation and EMNEs. *International Journal of Global Business and Competitiveness*. 14(1), 1–10. DOI: 10.1007/s42943-019-00002-3
20. Porter, M. E. (1980) Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors. New York: Free Press.
21. Robinson, S. J. Q., Hichens, R. E. & Wade, D. P. (1978) The directional policy matrix – tool for strategic planning. *Long Range Planning*. 11, 8–15. DOI: 10.1016/S0024-6301(78)80002-8
22. Seyr, B. F. & Hoffer, T. (2020) Measuring, Visualizing, and Controlling Intangible Assets in Knowledge Management. *Journal of the Knowledge Economy*. 12(5), 1462–1476. DOI: 10.1007/s13132-020-00676-8
23. Thompson, A. A. & Strickland, A. J. (2003) Strategic management: Concepts and Cases. Chicago: Mcgraw-Hill, 13th edition.

24. *Wilson, R. M. S. & Gilligan, C. (2005) Strategic Marketing Management – Planning, Implementation and Control. Elsevier Butterworth-Heinemann, 3rd Edition.*

25. *Zhang, J., Ebbers, H. & Van Witteloostuijn, A. (2013) The dynamics of the global competitiveness of Chinese industries. Post-Communist Economies. 25(4), 492–511. DOI: 10.1080/14631377.2013.844930*

Igor V. Sutubalov, Center for Technology Transfer of New Generation Materials, All-Russian Scientific Research Institute of Aviation Materials of the National Research Center «Kurchatov Institute», Moscow, Russian Federation

E-mail: inno@viam.ru

ORCID ID: 0000-0002-9308-7015

Aleksandr I. Sutubalov, Center for technology transfer of new generation materials, All-Russian Scientific Research Institute of Aviation Materials of the National Research Center «Kurchatov Institute», Moscow, Russian Federation

E-mail: inno@viam.ru

ORCID ID: 0000-0002-7995-5912

Denis V. Sevastyanov, Cand. Sci. (Chem.), Center for Technology Transfer of New Generation Materials, All-Russian Scientific Research Institute of Aviation Materials of the National Research Center «Kurchatov Institute», Moscow, Russian Federation

E-mail: inno@viam.ru

ORCID ID: 0000-0001-8001-6755

Mikhail S. Doriomedov, Cand. Sci. (Eng.), Center for Technology Transfer of New Generation Materials, All-Russian Scientific Research Institute of Aviation Materials of the National Research Center «Kurchatov Institute», Moscow, Russian Federation

E-mail: inno@viam.ru

ORCID ID: 0000-0001-6343-9350

Received 17.01.2022

Accepted 22.04.2022