

МОНИТОРИНГ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ОСНОВЕ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО ПОДХОДА

УДК 338.001.36

Дмитрий Николаевич Лапаев,
д.э.н., проф., зам. директора Института экономики и управления, Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
Тел.: (831) 436-23-62
Эл. почта: dnlapaev@mail.ru

Евгений Сергеевич Митяков,
к.э.н., ст. преп. каф. Экономической теории и эконометрики, Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
Тел.: (831) 432-90-67,
Эл. почта: emityakov@gmail.com

Екатерина Сергеевна Мокрецова,
аспирант кафедры Экономики и предпринимательства, Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
Тел.: (831) 436-23-62
Эл. почта: iyao@mail.ru

В статье предлагается методика мониторинга устойчивого развития отраслей промышленности на основе многокритериального подхода. Методика предполагает поиск эффективного множества отраслей на основе прогнозных данных. В статье данная методика апробирована на тринадцати отраслях обрабатывающей промышленности. Выбраны две системы оценочных показателей, которые характеризуют производственную устойчивость и степень влияния угроз социального, экологического и техногенного характера.

Ключевые слова: устойчивое развитие, мониторинг, многокритериальная оценка, прогнозирование, обрабатывающая промышленность.

Dmitriy N. Lapaev,
Doctorate of Economics, Professor, Deputy Director of the Department of Economics and Management, Nizhny Novgorod State Technical University
Tel.: 8 (831) 436-23-62
E-mail: dnlapaev@mail.ru

Evgeniy S. Mityakov,
PhD in Economics, Senior Lecturer, the Department of Economic Theory and Econometrics, Nizhny Novgorod State Technical University
Tel.: (831) 432-90-67
E-mail: emityakov@gmail.com

Ekaterina S. Mokretsova,
Post-graduate student, the Department of Economics and Entrepreneurship, Nizhny Novgorod State Technical University
Tel.: (831) 436-23-62
E-mail: iyao@mail.ru

MONITORING OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE INDUSTRY BASED ON A MULTI-CRITERIA APPROACH

The article suggests the method of monitoring the sustainable development of the industry based on multi-criteria approach. This method involves a search of effective sets of industries based on predicted data. This technique is tested on thirteen branches of manufacturing industry in the article. The authors chose two systems of estimated indicators that characterize production stability and impact of social, environmental and technogenic threats.

Keywords: sustainable development, monitoring, multi-criteria estimation, forecasting, manufacturing.

1. Введение

Обрабатывающая промышленность в России за годы экономических преобразований развивается достаточно неравномерно. Влияние кризиса 2008–2009 г. привело к усилению зависимости страны от сырьевого сектора, а обрабатывающие производства в значительной степени пострадали от снижения внутреннего и внешнего спроса, а также низких инвестиционных вложений. Несмотря на значительные усилия государства, инновационные процессы в промышленности по-прежнему не достаточно активизированы.

Угрозы и вызовы устойчивому развитию страны в последние годы усилились. Одной из таких угроз является потеря российской обрабатывающей промышленностью конкурентоспособности на мировом рынке. В связи с этим особую актуальность приобретают вопросы мониторинга устойчивого развития промышленности на различных уровнях экономики.

2. Методика мониторинга устойчивого развития отраслей промышленности на основе многокритериального подхода

Под мониторингом устойчивого развития отраслей промышленности понимается процесс непрерывного контроля их функционирования, динамики изменения их состояния и выявления тенденций развития (прогнозирование).

Задача прогнозирования социально-экономической динамики обусловлена необходимостью принимать решение в условиях неопределённости. Основным требованием при выборе метода прогнозирования является его достаточная простота в сочетании приемлемой оперативностью и достоверностью.

Результаты решения задачи прогнозирования позволяют проводить оценку состояния системы на основе прогнозных данных. Эта задача может быть решена с использованием аппарата многомерной оптимизации. Данный аппарат позволяет проводить оценку эффективности объектов по совокупности показателей. При осуществлении многокритериальной сравнительной оценки нескольких отраслей используются классические принципы оптимизации: принцип доминирования и принцип Парето [1]. Первый принцип позволяет определить единственный вариант, а второй – сформировать множество эффективных альтернатив, не доминируемых остальными.

Для мониторинга устойчивого развития отраслей промышленности в статье предлагается методика определения эффективного решения. Она заключается в поэтапном отборе эффективных отраслей, имеющих оптимальные значения показателей и формировании областей допустимых значений. Она включает следующие действия [2].

1. Определяется исходное множество отраслей: $S = \{S_i\}$, $i = \overline{1, I}$. Отбираются показатели $K = \{K_j\}$, $j = \overline{1, J}$ для каждой отрасли. Задаются предпочтительные направления изменения и начальные области допустимых значений.

2. На основе имеющихся данных для каждого показателя необходимо выбрать горизонт и метод прогнозирования. В последствии вычисляются прогнозные значения показателей $K = \{K_j\}$, $j = \overline{1, J}$.

3. Определяются эффективные отрасли по каждому показателю на первом этапе анализа $S_{j_{opt1}}$. Индекс обозначает порядковый номер итерации.

Первой в эффективное решение войдет альтернатива $S1_{opt1}$, имеющая наилучшее значение показателя $K1$. Второй станет альтернатива $S2_{opt1}$, характеризующаяся наилучшей величиной показателя $K2$ и т.д. Завершит этап альтернатива SJ_{opt1} , имеющая оптимальное значение показателя KJ . Случаи доминирования достаточно редки, особенно при использовании многих критериев, поэтому, как правило, требуется дополнительный анализ.

4. Формируется область допустимых значений показателей на первом этапе анализа $ОДЗ_1$. Для этого выделяются доминируемые области относительно всех эффективных отраслей $S_{j_{opt1}}$.

Первая доминируемая область $ОД1_1$, полученная относительно первой по порядку эффективной альтернативы, определяется следующим образом:

$$\begin{cases} K2 \prec K2_{S1opt1}, \\ K3 \prec K3_{S1opt1}, \\ \dots\dots\dots, \\ \dots\dots\dots, \\ KJ \prec KJ_{S1opt1}. \end{cases}$$

Вторая доминируемая область ОД21, полученная относительно второй эффективной альтернативы, имеет следующий вид:

$$\begin{cases} K1 \prec K1_{S2opt1}, \\ K3 \prec K3_{S2opt1}, \\ \dots\dots\dots, \\ \dots\dots\dots, \\ KJ \prec KJ_{S2opt1}. \end{cases}$$

Далее по аналогии находятся остальные доминируемые области.

Затем формируется область допустимых значений показателей путем исключения из исходной области доминируемых областей.

5. Проверяется принадлежность альтернатив S_i области допустимых значений. Альтернативы, вошедшие в полученную область, подлежат дополнительному анализу.

6. Вновь производятся действия этапов 3–5. Отличие заключается в том, что оптимальные значения показателей K_j определяются среди недоминируемых альтернатив, полученных на предыдущей итерации. Данный этап завершается, когда на некоторой стадии анализа $t = T$ внутри области ОД3 $_T$ останется менее двух альтернатив.

7. Формируется эффективное множество путем объединения эффективных альтернатив, найденных на всех этапах анализа:

$$M_{эф} = \{S1_t, S2_t, \dots, SJ_t\}, t = \overline{1, T}.$$

8. Осуществляется проверка эффективных отраслей на предмет соответствия априорным требованиям. В случае выявления противоречий производится корректировка показателей и расчет повторяется.

3. Апробация методики

В статье данная методика апробирована на тринадцати отраслях обрабатывающей промышленности:

1. производство пищевых продуктов, включая напитки, и табака;
2. текстильное и швейное производство;
3. производство кожи, изделий из кожи и производство обуви;
4. обработка древесины и производство изделий из дерева;

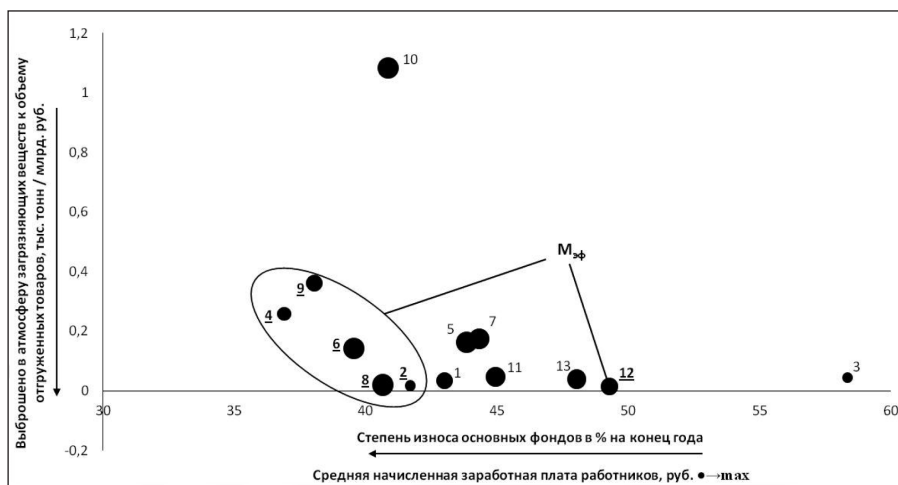


Рис. 1. Первая система показателей (2012 год)

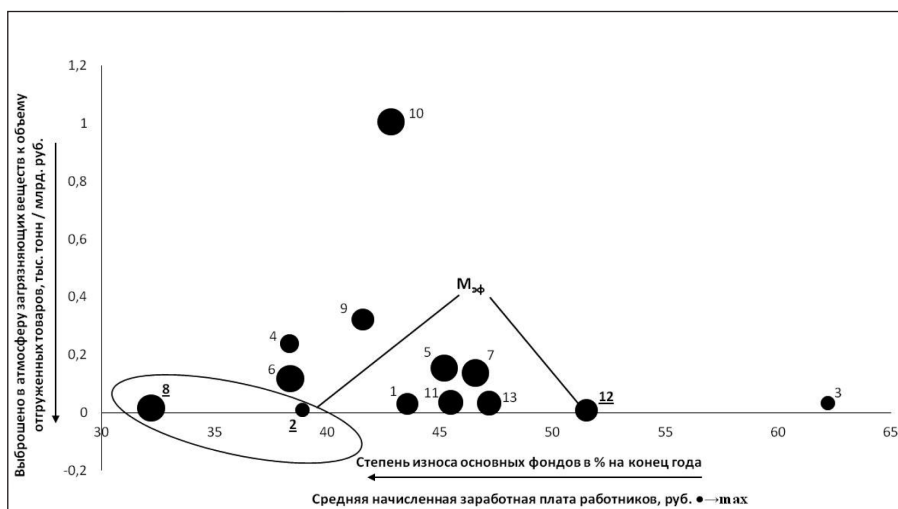


Рис. 2. Первая система показателей (2013 год)

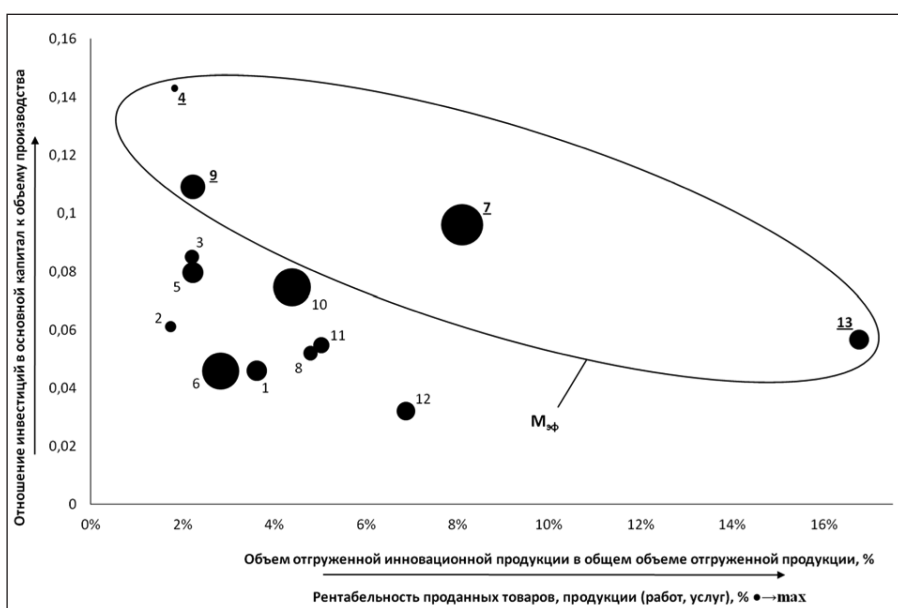


Рис. 3. Вторая система показателей (2012 год)

5. целлюлозно-бумажное производство, издательская и полиграфическая деятельность;

6. производство кокса и нефтепродуктов;
7. химическое производство;

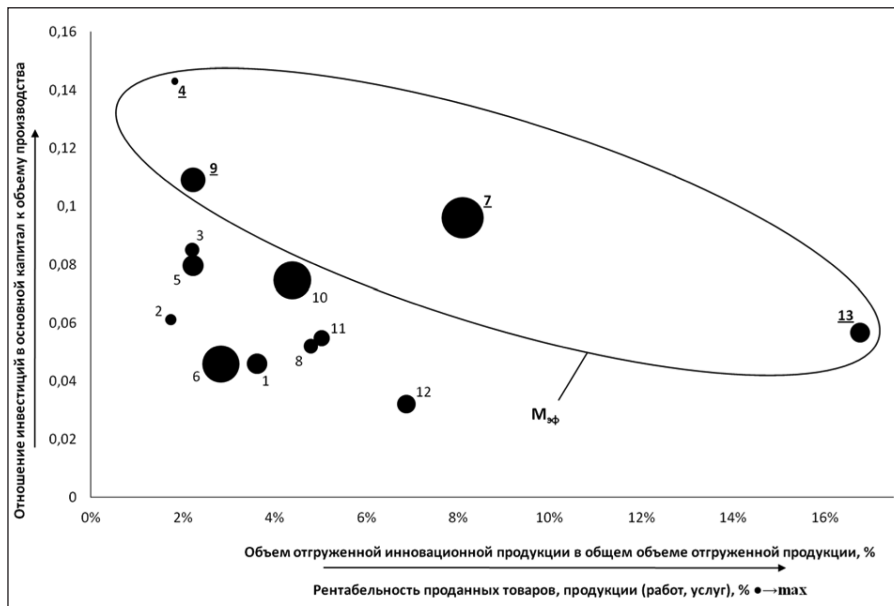


Рис. 4. Вторая система показателей (2013 год)

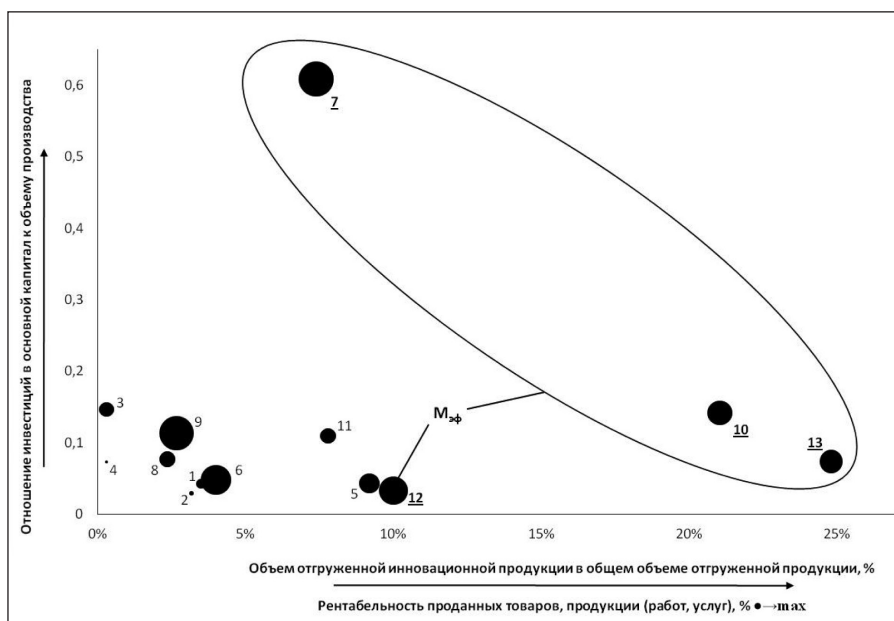


Рис. 5. Вторая система показателей (2012 год, Нижегородская область)

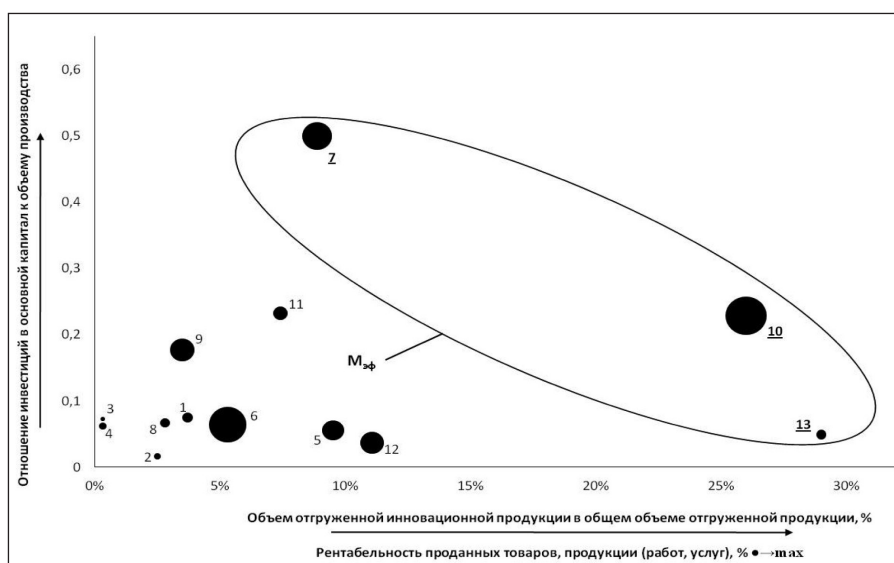


Рис. 6. Вторая система показателей (2013 год, Нижегородская область)

8. производство резиновых и пластмассовых изделий;

9. производство прочих неметаллических минеральных продуктов;

10. металлургическое производство и производство готовых металлических изделий;

11. производство машин и оборудования;

12. производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования;

13. производство транспортных средств и оборудования.

Приведенная нумерация в дальнейшем используется для обозначения соответствующих отраслей.

Выбраны две системы оценочных показателей. Первая система характеризует степень влияния угроз социального, экологического и техногенного характера. Она включает три показателя: $K1$ – средняя начисленная заработная плата работников, руб.; $K2$ – выбросы в атмосферу загрязняющих веществ к объему отгруженных товаров, тыс. тонн / млрд. руб.; $K3$ – степень износа основных фондов в % на конец года.

Вторая система отражает уровень производственной устойчивости соответствующих отраслей. Она включает следующие три показателя: $K1$ – рентабельность проданных товаров, продукции (работ, услуг), %; $K2$ – отношение инвестиций в основной капитал к объему производства; $K3$ – объем отгруженной инновационной продукции в общем объеме отгруженной продукции, %.

Информационную базу исследования составили данные Росстата [3] и Нижегородстата [4]. Первая система показателей исследована для Российской промышленности. Анализ второй системы производился как для Российской промышленности в целом, так и для обрабатывающих производств Нижегородской области. Данные по различным показателям представлены за период 2005–2011 гг. Прогнозные значения за 2012–2013 гг. формировались из следующих соображений.

1. В случае ярко выраженного тренда производится экстраполяция ряда на несколько периодов вперед. Например, показатель «Выбросы в атмосферу загрязняющих веществ к объему отгруженных товаров, тыс. тонн / млрд. руб.» в 2005–2011 гг. для всех представленных отраслей аппроксимировался функцией

$y(x) = -a \ln(x) + b$, где $a, b = \text{const} > 0$ – коэффициенты, найденные по методу наименьших квадратов. При этом коэффициент достоверности аппроксимации R^2 во всех случаях превысил значение 0,9. Также оказалось, что многие показатели удовлетворительно описываются линейным или квадратичным трендом. В некоторых случаях временные ряды за вычетом трендовой составляющей имели характерные циклические составляющие.

2. Если показатель имеет незначительную дисперсию, то в качестве прогнозного значения можно взять математическое ожидание показателя за рассматриваемый период. Например для показателя «Объем отгруженной инновационной продукции в общем объеме отгруженной продукции, %» дисперсия для всех отраслей обрабатывающей промышленности оказалась равной порядка 10^{-3} – 10^{-4} .

3. В некоторых случаях показатели, представленные временными рядами, имели большую дисперсию. В связи с этим для прогнозирования таких показателей применялись адаптивные методы [5].

На рис. 1–6 приведены результаты расчетов по приведенному выше алгоритму.

4. Заключение

Анализируя полученные результаты можно сделать следующие выводы:

1. В результате апробации методики определены эффективные множества для отраслей обрабатывающей промышленности по двум системам показателей. По первой системе в 2013 году эффективное множество в про-

гнозе составят отрасли 2, 8 и 12 («Текстильное и швейное производство», «Производство резиновых и пластмассовых изделий» и «Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования»). Это означает, что данные отрасли в меньшей степени будут подвержены угрозам социального, экологического и техногенного характера. По второй системе показателей в 2013 году эффективное множество в прогнозе составят отрасли 4, 7 и 13 («Обработка древесины и производство изделий из дерева», «Химическое производство» и «Производство транспортных средств и оборудования»). Это означает, что данные отрасли будут обладать большей производственной устойчивостью.

2. Во всех случаях имеет место снижение мощности эффективного множества в 2013 году по сравнению с предшествующим, что свидетельствует о более сфокусированном решении.

3. Сравнивая результаты анализа для России и Нижегородского региона следует отметить, что состав эффективного множества совпадает частично. В 2012–2013 гг. в обоих рассматриваемых системах присутствуют альтернативы 7 и 13 («Химическое производство», «Производство транспортных средств и оборудования»). В отличие от России, в Нижегородской области по второй системе показателей лидирующую позицию занимает металлургическое производство.

Таким образом, в результате проведенного исследования проанализирована вся совокупность отраслей промышленности по прогнозным значениям показателей на 2012–2013

годы. Выявлены отрасли лидеры по предложенным системам индикаторов.

Литература

1. Подиновский, В.В. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач / В.В. Подиновский, В.Д. Ногин. – М.: Наука, 1982.
2. Лапаев, Д.Н. Многокритериальное принятие решений в экономике: монография. – Н.Новгород: ВГИПУ, 2010.
3. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики. URL: <http://www.gks.ru>.
4. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики по нижегородской области. URL: <http://nizhstat.gks.ru>.
5. Лукашин, Ю.П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов. – М.: Финансы и статистика, 2003.

References

1. Podinovskii, V. Pareto-optimal solutions of multi tasks / V. Podinovskii, V.D. Noghin. – Moscow: Nauka, 1982.
2. Lapaev, D. Multi-criteria evaluation of the economic state of economic entities: monograph / D.N. Lapaev. – Nizhny Novgorod, 2008. – 314.
3. The official site of the Federal Service of State Statistics. URL: <http://www.gks.ru>.
4. The official site of the Federal Service of State Statistics of the Nizhny Novgorod region. URL: <http://nizhstat.gks.ru>.
5. Lukashin, J. Adaptive methods of short-term time series prediction. – Moscow: Finances and Statistics, 2003.