ISSN 2077-1304. Met. lit'e Ukr., vol.27, 2019, №7-9 (314-316), 18-26 https://doi.org/10.15407/steelcast2019.07.018

УДК 669.1:005(474)

Л.Г. Тубольцев канд. техн. наук, заслуженный работник промышленности Украины, зав. отделом, e-mail: isi.tubol@gmail.com, https://orcid.org/0000-0001-9540-3037

А.И. Бабаченко, д-р техн. наук, ст. науч. сотр., директор, e-mail: a_babachenko@i.ua, https://orcid.org/0000-0003-4710-0343

Институт черной металлургии им. З.И. Некрасова НАН Украины (Днепр, Украина)

Программный подход к развитию черной металлургии Украины в современных условиях

Целью исследования является выявление обобщающего показателя и приоритетных параметров работы сложных промышленных систем, определяющих перспективу их развития. Рассматриваются существующие подходы рейтинговой оценки в многопараметрических задачах. Проведенный анализ показал, что в наибольшей степени для рассматриваемых задач удовлетворяет функция желательности Харрингтона. Приведены результаты анализа производственных показателей работы металлургии (производство стали в мире, Российской Федерации (РФ) и Украине; уровень инвестиций, динамика мировых цен на металлопродукцию). Установлены объективные и субъективные причины нестабильной работы горно-металлургического комплекса Украины (ГМК) в последние годы. К объективным факторам отнесены: мировое производство и потребление стали, мировые цены на металлопродукцию, состояние мировой экономики и мировые финансовые кризисы, надежность мировых валют. К субъективным факторам – производство стали в Украине, показатели экспорта, импорта и внутреннего потребления металлопродукции, эффективность законодательной государственной поддержки металлургии, инвестиционная политика в отрасли, научно-техническая поддержка металлургического производства и ряд других показателей. Предложен обобщенный показатель эффективности работы ГМК, который строится на основе экспертно-математической обработки основных параметров, определяющих работу отрасли. Показано, что использование обобщенного показателя позволяет выполнить прогноз развития отрасли и выявить приоритетные направления ее развития. Использование программного подхода позволяет разработать целевые установки оптимального развития отрасли, в том числе за счет реализации целевых установок наиболее важных параметров ее работы. С учетом минимальных и максимальных значений приведенных критериев установлено, что вероятность достижения запланированных показателей перспективного развития ГМК составляет от 35 до 82 %.

Ключевые слова: *многопараметрическая задача, функция желательности Харрингтона, металлургия, анализ, производственные показатели, обобщенный показатель эффективности, прогноз.*

Состояние вопроса. Украина традиционно развивала свою черную металлургию и до недавнего времени входила в десятку крупнейших мировых производителей стали. В последние годы отрасль теряет свои позиции как в экономике страны, так и в мире. Динамика производства стали в Украине существенно отличается от мировой – в мире производство стали растет, в Украине стремительно падает (рис. 1).

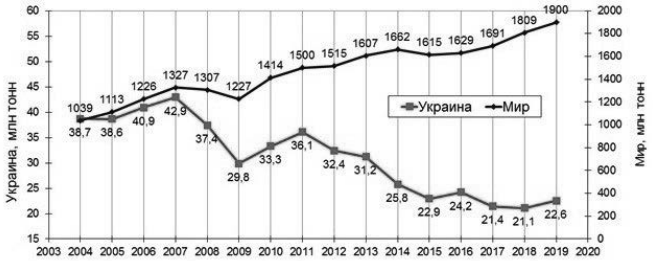

Рис. 1. Динамика производства стали в мире и Украине за 2004–2019 гг.

За приведенными цифрами не видно причин, которые определяют нестабильную работу горно-металлургического комплекса Украины (ГМК). В этой связи актуальность вероятностного анализа перспективы развития металлургии определяется большим значением металлургической отрасли для экономики Украины и необходимостью выявления причин нестабильной ее работы в последние годы. Постараемся заглянуть за кулисы этой проблемы.

Работа ГМК как сложной промышленной системы определяется многочисленными показателями (параметрами), к наиболее важным из которых могут быть отнесены следующие:

– законодательная база, определяющая общие направления работы металлургического комплекса, его роль и значение для экономики страны;

– состояние мировой экономики, которое определяет объемы экспорта металлопродукции и место ГМК в мировой экономике;

– уровень производства металлопродукции в мире и в Украине;

– технический уровень производственной базы предприятий, уровень применения новых технологий, оборудования средств автоматизированного контроля и управления процессами;

– состояние инновационных процессов в ГМК;

– наличие и состояние базы железорудного сырья

и энергоносителей, необходимых для производства металлопродукции;

– экспортные возможности ГМК, его роль в обеспечении потребностей внутреннего рынка страны;

– энергоемкость продукции отрасли;

– научно-технический и кадровый потенциал отрасли и т. д.

Для эффективной работы любой сложной промышленной системы, в том числе и для ГМК, необходимо иметь оптимальные целевые установки. ГМК является многопараметрической системой и поэтому целевые установки должны быть определены для каждого параметра, характеризующего работу отрасли. Наиболее общим показателем эффективности работы системы являются финансовые показатели и прибыль, которые имеют превалирующее значение для приватизированных предприятий. Для базовых отраслей экономики этих показателей недостаточно, поскольку не учитываются общегосударственные, социальные и экологические интересы общества. В этой связи, актуальным является поиск возможности оптимизации работы сложных промышленных систем в изменяющихся внешних и внутренних условиях.

Целью исследования является выявление обобщающего показателя и приоритетных параметров работы сложных промышленных систем, определяющих перспективу их развития.

Для выявления эффективности и перспективы развития сложной производственной системы необходимо выполнить оптимизацию параметров ее работы, что требует многокритериального подхода к решению этой задачи. Почти всякая сложная техническая задача принятия решения многоцелевая, так как при выборе наилучшего варианта приходится учитывать много различных требований, предъявляемых к промышленной системе, и среди этих требований встречаются противоречащие друг другу. Однако, почти все математические методы оптимизации предназначены для нахождения экстремума одной функции, то есть для одной целевой установки. Противоречие целевых установок затрудняет выявление общей эффективности системы и оптимизацию ее работы.

Для решения многокритериальных задач и оптимизации работы сложных производственных систем, в частности металлургического производства, могут быть использованы различные методы построения обобщенного показателя. Одним из наиболее удобных способов построения обобщенного отклика является обобщенная функция желательности Е.К. Харрингтона [1], в основе которой лежит идея преобразования натуральных частных показателей (параметров) рассматриваемой системы в безразмерную шкалу желательности или предпочтительности. При этом на основе экспертных оценок и многочисленных экспериментальных данных в различных отраслях знаний уже разработаны готовые таблицы соответствий между желаемой оценкой и переведенными в безразмерную шкалу значениями частного отклика d_i (i = 1, 2, …, n), результаты которых, в соответствии с функцией Харрингтона, приведены на рис. 2 [2].

Этот метод возник в результате наблюдений за реальными решениями экспериментаторов и обладает такими полезными свойствами, как непрерывность, монотонность и гладкость. В основе идеи лежит экспертная оценка каждого параметра работы системы по шкале «желательности» и присвоение ему числового значения в диапазоне от 0 до 1. Этот диапазон делится на пять поддиапазонов: [0; 0,2] – «очень плохо», [0,2; 0,37] – «плохо», [0,37; 0,63] – «удовлетворительно», [0,63; 0,8] – «хорошо», [0,8; 1] – «очень хорошо». В принципе число поддиапазонов может быть увеличено или уменьшено, в зависимости от уровня решаемой задачи.

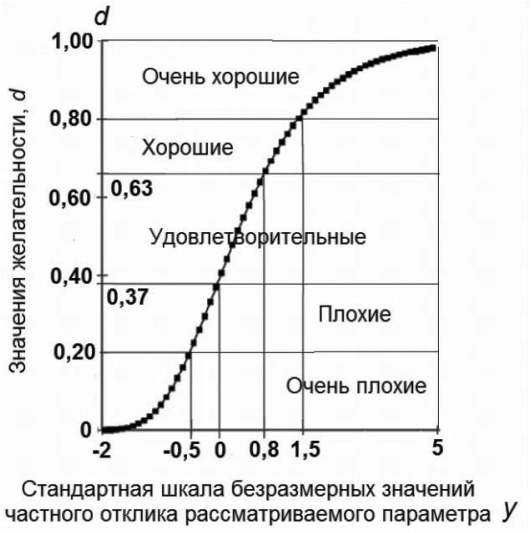

Рис. 2. Общий вид функции Харрингтона с нанесенными интервалами стандартных значений частного отклика по шкале желательности

Функция желательности Харрингтона сочетает в себе методы экспертной оценки и математического аппарата, а также позволяет с достаточной точностью прогнозировать поведение сложных промышленных систем в условиях неопределенности и динамических изменений внешних условий. При этом делается явное или неявное предположение, что вся информация скрыта в формальной модели задачи и, следовательно, с помощью некоторых преобразований может быть из этой формальной модели извлечена и использована для определения оптимального решения.

Методика проведения исследования. За основу математического аппарата пересчета конкретных параметров в абстрактные числовые значения использована одна из логистических функций Е.К. Харрингтона – так называемая «кривая желательности» с формулой $d = exp\ [-\ exp\ (-Y)]$, которая имеет два участка насыщения ($d \to 0$, $d \to 1$) и линейный участок (от d = 0,2 до d = 0,63) и выведена эмпирическим путем [3]. Ось координат Y называется шкалой частных показателей, ось d – шкалой желательности. Конкретные параметры сравниваемых систем пересчитываются в отметки на шкале желательности.

Используемая методика сравнения различных

параметров предоставляет некоторые способы универсализации общего подхода к проблеме оценки эффективности существующих и вновь разрабатываемых сложных систем, в том числе и для прогнозирования их поведения в изменяющихся внешних условиях. Вместо простого сравнения параметры систем с использованием экспертного анализа пересчитываются в числовые значения, а затем обрабатываются для получения общего коэффициента системы. Это позволяет более объективно оценивать возможности сложных систем.

Обобщенный показатель (D) эффективности промышленной системы (или коэффициент желательности) вычисляется по формуле:

$$D = \sqrt[n]{d(1) \cdot d(2) \ldots\ldots\ d(n)}, \qquad (1)$$

где n – число используемых показателей параметров сравнения для данной системы; $d(n)$ – числовое значение отклика «желательности» параметра n системы.

Число используемых показателей n может быть неодинаковым для разных систем, и это позволяет «математически» сравнивать обобщенные коэффициенты даже у различных систем или данные по ним. Корень n-й степени «сглаживает» возникающие отклонения, а полученный результат позволяет оценивать системы с определенной степенью точности. Для оценки эффективности влияния каждого параметра на работу системы используется соотношение $d(n)/D$ при различных числовых значениях $d(n)$.

Для прогнозного исследования и для количественной оценки перспектив развития ГМК используем показатель вероятности $W(i) = d(i)$ события A. Этот безразмерный параметр $W(i)$ аналогичен значениям частного отклика $d(i)$ каждого параметра, характеризующего работу сложной промышленной системы, в том числе и горно-металлургического комплекса. В данном исследовании показатель $d(i)$ определялся экспертным путем на основании статистических показателей работы ГМК. В этой связи для прогнозного исследования формула (1) может быть представлена в следующем виде:

$$D = \sqrt[n]{W(1) \cdot W(2) \cdot W(3)\ \ldots\ldots\ W(n)}. \qquad (2)$$

Основные результаты исследования. Не вдаваясь подробно в механизм обработки каждого параметра работы ГМК, приведем общие принципы и результаты такой обработки. При этом упор сделаем на механизме прогнозных исследований. Анализу по предложенной методике были подвергнуты 7 наиболее важных параметров, характеризующих работу горно-металлургического комплекса как промышленной системы. Эти параметры были разделены на два вида: объективные (неконтролируемые) и субъективные (контролируемые) факторы, учет которых позволяет выявить наиболее оптимальные пути развития промышленной системы, в частности горно-металлургического комплекса Украины. К объективным факторам, влияющим на эффективность работы ГМК, можно отнести мировое производство и потребление стали, мировые цены на металлопродукцию, состояние мировой экономики и мировые финансовые кризисы, надежность мировых валют. К субъективным факторам, на которые может влиять Украина, можно отнести производство стали в Украине, показатели экспорта, импорта и внутреннего потребления металлопродукции, эффективность законодательной государственной поддержки металлургии, инвестиционная политика в отрасли, научно-техническая поддержка металлургического производства и ряд других показателей.

Прежде всего, следует выявить – определяется ли состояние металлургии объективными или субъективными причинами. Для этого сравним показатели работы металлургии Украины и РФ, поскольку они одновременно проходили этап становления независимости. На рис. 3 представлены индексы производства проката в Украине и РФ. Видно, что до 1994–1995 гг. тенденции падения производства металлопродукции в этих странах полностью совпадали, что определяет влияние объективных факторов перестройки металлургии на рыночные условия.

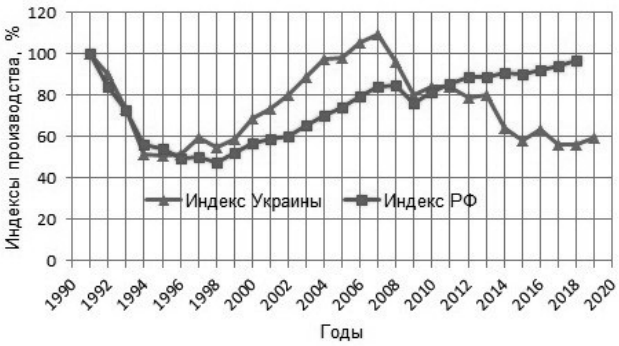

Рис. 3. Индексы производства проката в Украине и РФ по отношению к 1991 г., %

С 1995 г. начинается восстановление производства металлургии как в Украине, так и в РФ. В Украине это восстановление идет более быстрыми темпами вплоть до 2007 г., когда разразился очередной финансовый кризис, что также можно отнести к объективным факторам. К субъективным факторам в период 1995–2007 гг. можно отнести активную роль правительства Украины в развитии металлургии. В этот период было принято несколько законодательных актов, направленных на стабилизацию работы отрасли, и Государственная программа развития металлургии до 2011 г., которая успешно выполнялась. В РФ также работала аналогичная программа развития металлургии при участии правительства. Как в РФ, так и в Украине государство не использовало бюджетных средств для инвестиций в металлургию, использовались кредиты и собственные средства металлургических предприятий.

С 2011 г. динамика производства в Украине и РФ кардинально меняется. В Украине производство металлопродукции стабильно падает, в РФ – растет. Объяснить это явление можно таким субъективным фактором, как инвестиции. Следует отметить, что в

РФ уровень инвестиций с 2000 г. был практически в 2 раза выше, чем в Украине (рис. 4). В отдельные периоды удельные инвестиции в РФ были на уровне зарубежных – около 100 долл/т стали.

Более высоким уровнем инвестиций РФ в металлургию можно объяснить стабильный рост производства стали в РФ с 1998 г. до настоящего времени, несмотря на мировой финансовый кризис 2009 г. Для металлургии Украины мировой финансовый кризис 2009 г. стал фатальным, поскольку с этого периода производство стали резко сократилось и не восстановилось до сих пор (см. рис. 3). При этом экспорт металлопроката ГМК составлял не менее 80 %, и наблюдался импорт металлопродукции, половина сортамента которого производится в Украине. Наиболее благоприятным для развития металлургии в Украине явился период с 1995 по 2007 г., когда в отрасли шла реализация Концепции (1995 г.) и Государственной программы развития металлургии до 2011 г. (2004 г.).

Рис. 4. Удельные инвестиции в металлургию Украины и РФ в 2000–2018 гг.

Перспективы развития такой сложной промышленной системы как горно-металлургический комплекс Украины (ГМК) невозможно определить без применения системного анализа. В то же время системный анализ требует определения многих параметров, от которых зависит описание системы. При проведении данного анализа к информационным параметрам работы ГМК как промышленной системы отнесены следующие.

Производство стали (параметр $W_1 = d_1$). В мире с 2000 г. наблюдается непрерывной рост годового производства стали, причем ежегодное увеличение производства составляет свыше 100 млн т в год. При этом промышленно развитые страны со стабильной экономикой осторожно увеличивают производство, и мировой рост обеспечивается за счет Китая. Учитывая промышленную политику Китая и вывод им из эксплуатации около 50 млн т металлургических мощностей, следует с осторожностью подходить к перспективному росту мирового производства стали. На основе статистических данных нами проведена экспертная оценка вероятности изменения мирового производства стали (соответствует изменению производства стали в Китае) в ближайшие 5 лет (рис. 5). Отмечается, что вероятность сохранения роста годового производства стали на уровне 10-20 млн т/год может быть осторожно оценена на уровне 50 % (0,5 ед.), а вероятность роста на уровне 120 млн т составляет 30%. В то же время на уровне 100 % следует оценить возможность дальнейшего роста мирового производства стали.

Аналогичная оценка показателя d_1 (вероятность W_1) выполнена для металлургии Украины в условиях работы отрасли с 2011 г. (рис. 6). В этот период производство стали в Украине постоянно сокращалось. Поэтому при анализе работы ГМК следует учитывать, что сегодня производство стали в Украине находится на самом низком уровне за последние 25 лет и необходимо принимать экстренные меры по стабилизации работы отрасли как на государственном уровне, так и на уровне приватизированных металлургических предприятий. В целом оценка вероятности перспективного развития отрасли должна быть всесторонне взвешенной и осторожной.

Влияние государства на работу ГМК (вероятность осуществления государственного влияния на работу отрасли $W_{государства} = W_2 = d_2$). При любом уровне приватизации металлургической отрасли государство должно сохранять функции управления, осуществлять мониторинг работы отрасли с использованием законодательных форм управления. В истории государственности Украины использовались следующие формы государственного влияния на работу ГМК [4]:

– разработка Концепции развития горно-металлургического комплекса Украины (1992–1995 гг.) и утверждение ее Верховной Радой Украины (1995 г.);

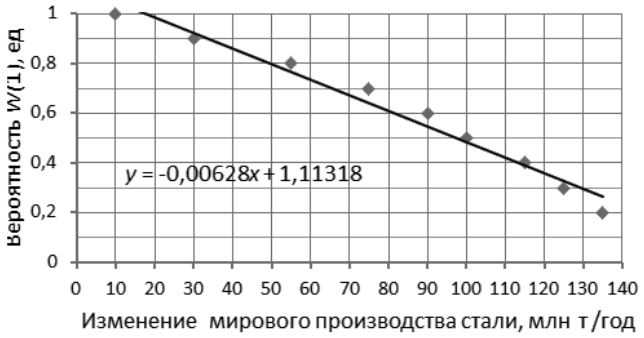

Рис. 5. Вероятность изменения мирового производства (соответствует изменению производства стали в Китае) от уровня производства стали (по данным 2000–2019 гг.)

Рис. 6. Вероятность изменения производства стали в Украине (по данным 2011–2019 гг.)

– разработка проекта Национальной программы развития ГМК (1996–1999 гг.);

– принятие Закона Украины «О проведении экономического эксперимента на предприятиях горно-металлургического комплекса Украины» (1999–2000 гг.);

– разработка, утверждение Кабинетом Министров Украины и мониторинг «Государственной программы развития ГМК» до 2011 г.;

– принятие ряда Меморандумов между Кабинетом Министров и ГМК об обеспечении эффективной работы отрасли.

Использование программного подхода к развитию ГМК со стороны государства показало свою эффективность и целесообразность. При этом за все это время бюджетные средства в ГМК не вкладывались. В самые кризисные для металлургии годы отрасли удалось с помощью государства стабилизировать и увеличить производство проката в 1995–2009 гг. (рис. 7). Проведенный анализ показал, что в целом выполнение мероприятий Программы за эти годы имело положительное влияние на развитие ГМК Украины:

– предприятиями ГМК Украины инвестировано в основной капитал более 10 млрд долларов;

– увеличены объемы выплавки кислородно-конвертерной стали с 49,8 до 68,7 %, электростали с 2,8 до 5,9 %, при соответствующем сокращении доли мартеновского производства с 45,3 до 25,4 %;

– увеличены объемы стали, разливаемой на машинах непрерывного литья, с 18 % в начале 90-х годов до 53,5 %;

– достигнуто уменьшение удельных расходов энергоресурсов на производство проката с 1,54 до 1,34 т.у.т./т проката, расход природного газа сократился на 25 %;

– реальный экономический эффект от внедрения результатов работы по модернизации производства, научно-технического и информационного обеспечения Программы составил около 2 млрд долл.

С 2011 г. правительство прекратило взаимодействие с ГМК (за исключением ограничительных мер), что привело к падению производства стали почти на 50 %. Было ликвидировано Министерство промышленной политики Украины, отменены все государственные программы, отказались от разработки долговременной Стратегии развития металлургического комплекса [5]. Поэтому вероятность осуществления государственного законодательного влияния на работу ГМК в перспективе может колебаться в широких пределах и может быть оценена на уровне W_2 = 0,2–0,95.

Говоря о необходимости усиления роли государства в развитии ГМК, следует отметить, что даже в промышленно развитых странах присутствует влияние государства на металлургию как базовую отрасль экономики. В частности, Президент США Дональд Трамп подписал указ, по которому для реализации инфраструктурных проектов по бюджетным средствам в максимальной степени следует использовать произведенную в США продукцию, что жизненно важно для черной металлургии. Введены ограничения по

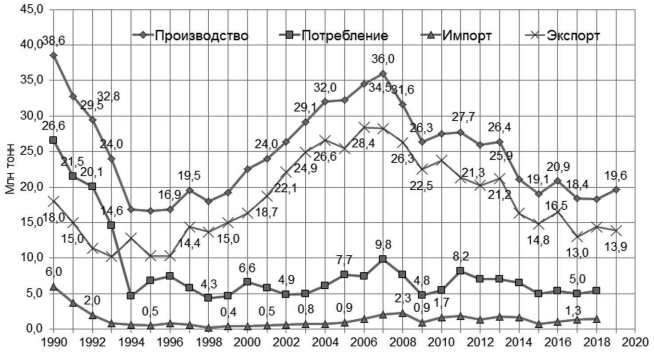

Рис. 7. Баланс производства проката в Украине в период 1990–2019 гг. (производство, экспорт, внутреннее потребление, импорт), млн тонн

приобретению земельных участков и получению разрешений от экологических и других органов.

В РФ на государственном уровне проходит формирование долгосрочной государственной программы по ограничению экспорта сырьевых материалов для возможности перспективного развития производства продукции с высокой добавленной стоимостью и сохранения собственной сырьевой базы на перспективу, формирование стратегического курса на приоритетное обеспечение потребностей внутреннего рынка, введен запрет на вывоз металлолома. Можно привести немало других примеров, но это не входит в задачу данной статьи.

Спрос на металлопродукцию. Развитие ГМК в ближайшее время будет определяться спросом на металлопродукцию на мировых рынках (вероятность $W_3 = d_3$). Для Украины, как поставщика на экспорт металлургических полуфабрикатов, вероятность сохранения такого положения является достаточно высокой (W_3 = 1,0), а в направлении производства прогрессивного сортамента металлопродукции W_3 пока не превышает 40–70 %, то есть (W_3 = 0,4 – 0,7) и существенно зависит от промышленной политики государства.

Влияние мировых цен на металлопродукцию. В мире наблюдается постоянное и цикличное (4–6 лет) изменение цен на железорудное сырье, энергоресурсы и металлопродукцию. Зависимость индекса цен на сталь от уровня мирового производства стали приведена на рис. 8. С 1990 г. вероятность изменения мировых цен на металлопродукцию $W_4 = d_4$ в 2–3 раза можно оценить на уровне W_4 = 0,95 – 0,98. Для металлургов это показывает, что необходимо использовать благоприятные моменты на мировых рынках и накапливать ресурсы для прохождения неблагоприятных для развития экономики периодов.

Инфраструктурный показатель работы ГМК $W_5 = d_5$ (наличие трудовых ресурсов высокой квалификации, развитая транспортная инфраструктура, значительные запасы железорудного сырья) еще несколько лет назад свидетельствовал о перспективе отрасли и позволял оценить его вероятность на уровне W_5 = 1,0. Однако, уже сегодня в Украине наблюдается дефицит квалифицированных кадров. Еще недавно металлургические предприятия с легкостью сокращали инженерный и производствен-

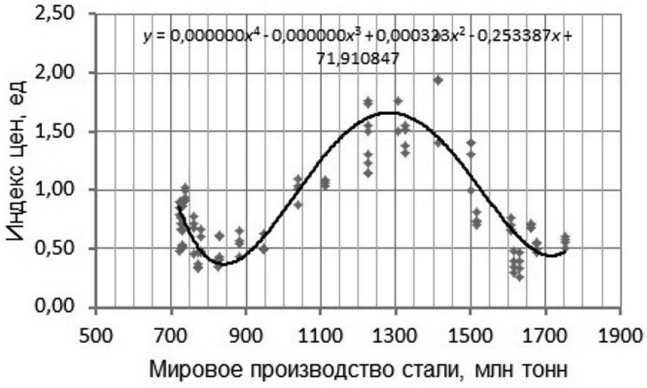

Рис. 8. Зависимость индекса цен на металлопродукцию от уровня мирового производства стали

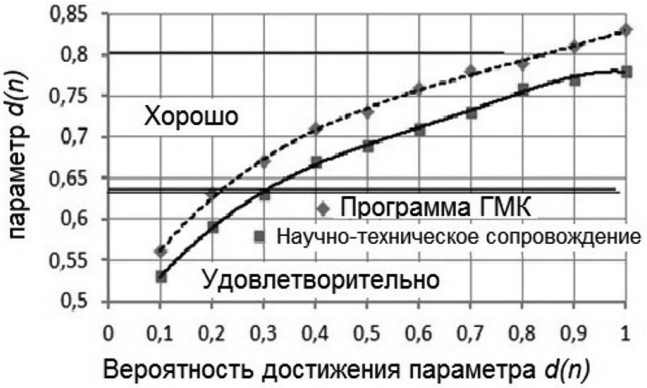

Рис. 9. Возможность улучшения эффективности работы ГМК (параметр $d(n)$) при увеличении вероятности достижения этого параметра при реализации программного подхода и научно-технического сопровождения

ный персонал. Сегодня недостаток кадров вырастает в проблему № 1, а вероятность ее успешного решения оценивается на уровне 50 %. Такие же проблемы могут быть в ближайшее время и с другими составляющими инфраструктуры, что еще больше подчеркивает необходимость прямого участия государства в реализации программного подхода к развитию экономики страны и металлургии в частности.

Модернизация ГМК ($W_6 = d_6$). Низкие показатели модернизации отрасли (d_6) не дают оснований оценить вероятность модернизации отрасли более чем W_6 = 0,5 – 0,7. Об этом свидетельствуют данные об инвестициях в металлургию Украины и низком уровне влияния инвестиций на производство металлопродукции (см. рис. 4).

Научно-техническое сопровождение ГМК. Для перспективного развития металлургического производства использование научных достижений является обязательным [6], то есть их вероятность W_7 должна равняться W_7 = 1,0. Однако для Украины в настоящее время эту вероятность можно оценить на уровне W_7 = 0,5 – 0,7.

С учетом минимальных и максимальных значений вышеприведенных критериев можно определить, что вероятность достижения запланированных показателей перспективного развития ГМК составляет:

$$D_{ГМК} = W_1 \cdot W_2 \cdot W_3 \cdot \ldots W_7 = 0{,}35 – 0{,}82.$$

Используя логистическую функцию Харрингтона (см. рис. 2), полученную экспертно-экспериментальным путем, можно перевести абстрактные числовые значения вероятности в качественные показатели. Из них следует, что вероятность достижения запланированных показателей развития ГМК можно оценить как преимущественно «удовлетворительное» в диапазоне значений «плохие – хорошие».

В то же время оценка возможности улучшения эффективности ГМК путем реализации программного подхода к развитию ГМК и использования научно-технического сопровождения металлургических технологий при прочих равных условиях позволит достичь показателей работы ГМК на уровне «хороший» (рис. 9).

Институт черной металлургии им. З.И. Некрасова НАН Украины всегда выступал сторонником использования программного системного подхода к развитию металлургии. Долгосрочная проблематика развития черной металлургии Украины на сегодня включает решение следующих задач:

– обновление производственных мощностей с учетом ограниченных энергоресурсов на сегодня и железорудного сырья на перспективу;

– повышение качества и расширение сортамента металлопродукции с учетом требований мирового рынка и потребностей экономики Украины на перспективу;

– использование преимуществ сквозных технологий производства металлопродукции для совершенствования структуры передельного металла на базе применения малоотходных технологий;

– освоение новых энергосберегающих технологий производства металлопродукции;

– производство металлопродукции с высокой добавленной стоимостью для реализации на внутреннем и внешнем рынках;

– устранение межотраслевых диспропорций в развитии экономики Украины для оптимального использования и реализации металлопродукции;

– учет влияния экологических факторов и мероприятий по защите окружающей среды на перспективное развитие черной металлургии Украины.

Выводы

Проведенный анализ металлургического производства и данных экспертного опроса представителей ряда металлургических компаний дает возможность оценить состояние отечественного металлургического сектора и ожидания относительно перспектив развития отрасли в целом. Современное состояние металлургической отрасли Украины может быть оценено как положительное (20 %), скорее как положительное (63 %), отрицательное (17 %). Прогнозные ожидания на улучшение состояния металлургической отрасли составляют около 55 %, ожидания на стабильность ситуации составляют около 40 %, ожидания ухудшения ситуации составляют около 5 %.

В то же время, значительные материальные и

энергетические расходы и экологические проблемы производства определяют существенные проблемы как для состояния, так и для перспектив развития металлургической отрасли в целом.

К перечню основных современных проблем металлургической отрасли можно отнести следующие:

– несовершенство государственного регулирования отраслью (административные, торговые, экономические рычаги и т. д.) – 50 %;

– недостаточный объем мощностей и производственно-технического потенциала, недостаточный технический уровень металлургических технологий – 40 %;

– коррупция – 10 %.

Можно отметить, что на металлургических предприятиях преобладают такие виды инноваций:

– технологические инновации, в виде внедрения товара или услуги, которые являются новыми или значительно улучшенными (сюда входит совершенствование технических характеристик, компонентов и материалов, программно-аппаратных средств, повышение удобства использования оборудования и др.);

– внедрение нового или значительно улучшенного способа производства или доставки продукта (сюда входят значительные изменения в технологии, производственном оборудовании и/или программном обеспечении);

– внедрение нового организационного метода в деловой практике предприятия, организации рабочих мест или внешних связей;

– внедрение нового маркетингового метода, включая значительные изменения в дизайне или упаковке продукта, его размещении, продвижении на рынок или в установлении цены.

К актуальным проблемам развития металлургической отрасли можно отнести, прежде всего, вопросы технической политики, разработку стратегии развития отрасли, анализ тенденций развития мировой металлургии, вопросы энергосбережения и улучшения экологической ситуации.

Таким образом, разработка на государственном уровне долгосрочной Стратегии развития горно-металлургического комплекса является необходимым условием реализации программного подхода к развитию металлургии как базовой отрасли экономики страны. Вероятность развития ГМК Украины определяется задачами на государственном уровне. Если государство не считает развитие ГМК приоритетным, то вероятность развития комплекса определяется только позицией его владельцев.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В.* Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М.: Наука, 1976. 280 с.

2. *Ендовицкий Д.А., Любушин Н.П., Бабичева Н.Э.* Ресурсоориентированный экономический анализ: теория, методология, практика. Экономический анализ: теория и практика. 2013. № 38. С. 2–8.

3. *Безбородова Т.И.* Использование функции Харрингтона при рейтинговой оценке деятельности организации в условиях антикризисного управления. Финансовая аналитика: проблемы и решения. 2014. № 1. С. 24.

4. *Грищенко С.Г., Гринев А.Ф., Тубольцев Л.Г.* Проблемные вопросы развития горно-металлургического комплекса Украины. *Металлургическая и горнорудная промышленность.* 2017. № 1. С. 2–6.

5. *Большаков В.И., Тубольцев Л.Г.* Нужна ли Украине стратегия развития черной металлургии? «Зеркало недели. Украина» № 21, 12 июня 2015. URL: https://zn.ua/energy_market/nuzhna-li-ukraine-strategiya-razvitiya-chernoy-metallurgii-_.html

6. *Babachenko A.I., Tuboltsev L.G.* Iron and steel Institute of the NAS of Ukraine. Scientific and technical support of black metallurgy. *Фундаментальные и прикладные проблемы черной металлургии: Сб. науч. тр. Дніпро: ІЧМ НАН України.* 2017. Вып. 31. С. 3–9.

Поступила 25.09.2019

REFERENCES

1. *Adler, Yu.P., Markova, E.V., Granovsky, Yu.V.* (1976). Planning an experiment to find optimal conditions. Moscow: Nauka, 280 p. [in Russian].

2. *Endovitsky, D.A., Lyubushin, N.P., Babicheva, N.E.* (2013). Resource-oriented economic analysis: theory, methodology, practice. *Economic analysis: theory and practice,* no. 38, pp. 2–8 [in Russian].

3. *Bezborodova, T.I.* (2014). Using the Harrington function in the rating assessment of the organization's activities under crisis management. *Financial analytics: problems and solutions,* no. 1, P. 24 [in Russian].

4. *Grishchenko, S.G., Grinev, A.F., Tuboltsev, L.G.* (2017). Problematic issues of the development of the mining and metallurgical complex of Ukraine. *Metallurgical and mining industry,* no. 1, pp. 2–6 [in Russian].

5. *Bolshakov, V.I., Tuboltsev, L.G.* (2015). Does Ukraine need a development strategy for ferrous metallurgy? "Mirror of the week. Ukraine", no. 21, June 12, 2015. URL: https://zn.ua/energy_market/nuzhna-li-ukraine-strategiya-razvitiya-chernoy-metallurgii-_.html [in Russian].

6. *Babachenko, A.I., Tuboltsev, L.G.* (2017). Iron and steel Institute of the NAS of Ukraine. Scientific and technical support of black metallurgy. *Fundamental and applied problems of ferrous metallurgy: Collection of scientific works,* Dnipro: ISI of the NAS of Ukraine, iss. 31, pp. 3–9 [in English].

Received 25.05.2019

Анотація

Л.Г. Тубольцев, канд. техн. наук, заслужений працівник промисловості України, зав. відділу, e-mail: isi.tubol@gmail.com, https://orcid.org/0000-0001-9540-3037; **О.І. Бабаченко,** д-р техн. наук, ст. наук. співр., директор, e-mail: a_babachenko@i.ua, https://orcid.org/0000-0003-4710-0343

Інститут чорної металургії ім. З.І. Некрасова НАН України (Дніпро, Україна)

Програмний підхід до розвитку чорної металургії України в сучасних умовах

Метою дослідження є виявлення узагальнюючого показника та пріоритетних параметрів роботи складних промислових систем, що визначають перспективу їхнього розвитку. Розглядаються існуючі підходи рейтингового оцінювання у багатопараметричних завданнях. Проведений аналіз показав, що найбільшою мірою для розглянутих завдань задовольняє функція бажаності Харрінгтона. Наведено результати аналізу виробничих показників роботи металургії (виробництво сталі у світі, Російській Федерації (РФ) та Україні; рівень інвестицій, динаміка світових цін на металопродукцію). Встановлено об'єктивні і суб'єктивні причини нестабільної роботи гірничо-металургійного комплексу України (ГМК) в останні роки. До об'єктивних факторів віднесено: світове виробництво і споживання сталі, світові ціни на металопродукцію, стан світової економіки і світові фінансові кризи, надійність світових валют. До суб'єктивних факторів – виробництво сталі в Україні, показники експорту, імпорту та внутрішнього споживання металопродукції, ефективність законодавчої державної підтримки металургії, інвестиційна політика в галузі, науково-технічна підтримка металургійного виробництва та ряд інших показників. Запропоновано узагальнений показник ефективності роботи ГМК, що будується на основі експертно-математичної обробки основних параметрів, що визначають роботу галузі. Показано, що використання узагальненого показника ефективності роботи дозволяє виконати прогноз розвитку галузі та виявити пріоритетні напрямки її розвитку. Використання програмного підходу дає змогу розробити цільові установки оптимального розвитку галузі, у тому числі за рахунок реалізації цільових установок найбільш важливих параметрів її роботи. З урахуванням мінімальних і максимальних значень наведених критеріїв встановлено, що ймовірність досягнення запланованих показників перспективного розвитку ГМК становить від 35 до 82 %.

Ключові слова

Багатопараметричне завдання, функція бажаності Харрінгтона, металургія, аналіз, виробничі показники, узагальнений показник ефективності, прогноз.

L.G. Tuboltsev, PhD (Engin.), Honored Worker of Industry of Ukraine, Head of the Department, e-mail: isi.tubol@gmail.com, https://orcid.org/0000-0001-9540-3037; **A.I. Babachenko,** Dr. Sci. (Engin.), Senior Research Scientist, Director, e-mail: a_babachenko@i.ua, https://orcid.org/0000-0003-4710-0343

Iron and Steel Institute of Z.I. Nekrasov of the NAS of Ukraine (Dnipro, Ukraine)

Program approach to the development of ferrous metallurgy in Ukraine in modern conditions

Summary

The aim of the study is to identify a general indicator and priority parameters of complex industrial systems that determine the prospects for their development. Existing rating assessment approaches in multi-parameter problems are considered. The analysis showed that Harrington's desirability function is satisfied to the greatest extent for the problems under consideration. The results of the analysis of production indicators of metallurgy (steel production in the world, the Russian Federation (RF) and Ukraine; the level of investment, the dynamics of world prices for metal products) are presented. Objective and subjective reasons for the unstable operation of the industry in recent years are established. Objective factors include world steel production and consumption, world steel product prices, the state of the world economy and global financial crises, and the reliability of world currencies. Subjective factors include steel production in Ukraine, indicators of export, import and domestic consumption of metal products, the effectiveness of legislative state support for metallurgy, investment policy in the industry, scientific and technical support for metallurgical production, and a number of other indicators. A generalized indicator of the efficiency of the mining and metallurgical complex of Ukraine is proposed, which is based on expert-mathematical processing of the main parameters that determine the industry. It is shown that the use of a generalized performance indicator allows us to fulfill the forecast for the development of the industry and identify priority areas for its development. Using a software approach allows you to develop target settings for the optimal development of the industry, including due to the implementation of target settings of the most important parameters of its work. Taking into account the minimum and maximum values of the above criteria, it was found that the probability of achieving the planned indicators of the prospective development of the mining and metallurgy sector is from 35 to 82 %.

Keywords

Multi-parameter task, Harrington's desirability function, metallurgy, analysis, production indicators, generalized efficiency indicator, prognosis.