© Н.К. Оганесян, В.В. Агафонов, А.Е. Ютяев, В.В. Беляев, 2016

УДК
622.013.3

Н.К. Оганесян, В.В. Агафонов, А.Е. Ютяев, В.В. Беляев

КОМПЛЕКСНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

Изложена система методических рекомендаций, представленной в виде методики реализации концептуального подхода к выбору и обоснованию стратегий развития технологических систем угольных шахт в конкурентных условиях, являющихся основой повышения их технико-экономической эффективности.
Ключевые слова: интегральный показатель, суммирующая функция, коэффициент важности, шахтный фонд.

Следует отметить, что с изменением социально-экономической обстановки в стране, существенные изменения претерпевает и структура шахтного фонда угольных компаний. При этом, конкретные стратегии развития и обновления технологических систем угольных шахт, нацеленные на создание и формирование конкурентоспособных угледобывающих предприятий, в первую очередь нуждаются в теоретическом обосновании и разработке широкого комплекса технологических и технических мер по их соответствующей перестройке. Оценка угледобывающей технологии при этом является строго обязательным элементом программ поэтапного развития на всех стадиях функционирования угольных шахт, – и в этих условиях особое значение начинает приобретать выбор правильной, корректной и надежной методологии оценки, на базе которой разрабатываются основные стратегические технологические и технические решения по развитию и обновлению шахт на длительный промежуток времени.

Производственно-технологическая необходимость развития шахтного фонда предопределяет объем финансирования, а имеющиеся источники финансирования делают возможным развитие шахтного фонда в различных формах (поддержание мощности на достигнутом уровне, реконструкция, техниче-

ское перевооружение и модернизация, закрытие и консервация либо диверсификация производства и т.д.).

В последнее время превалирует мнение о том, что оценка любых уровней производства и технологии угледобывающего предприятия должны осуществляться исходя из принципов формирования интегрально-детального топологического прообраза угольной шахты. Суть данного подхода заключается в использовании для целей оценки, анализа и мониторинга единых с точки зрения вида целевой функции интегральных функционалов-индикаторов, которые представляют из себя сумму безразмерных относительных эквивалентов частных показателей-критериев, свернутых воедино с помощью числовой функции свертки с учетом их неодинаковой важности (полезности). При этом в основе сопоставления лежит использование условного (гипотетического) эталона сравнения, с которым сравниваются все угледобывающие предприятия и по количественной величине отставания от которого и происходит их ранжирование (рис. 1).

Для построения и использования интегрального критерия оценки технологии действующих угольных шахт предлагается осуществить такие действия, как спецификацию, параметризацию и реализацию.

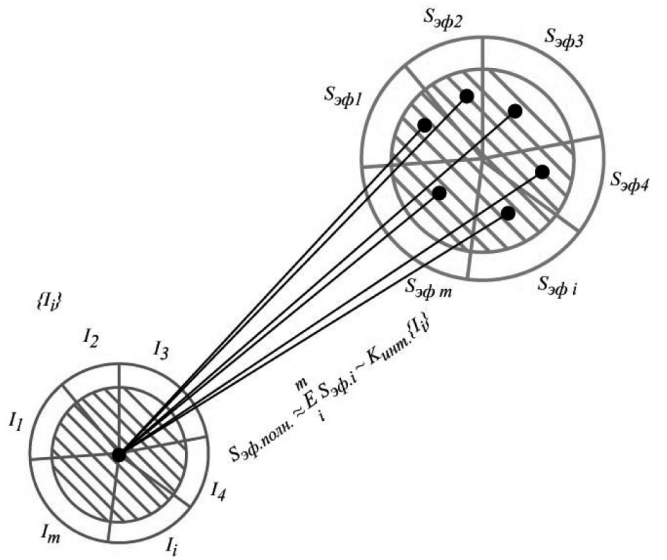


Рис. 1. Измерение эффективности угольной шахты с помощью комплекса показателей и метода интегральной оценки $S_{эф} \sim I_1; S_{эф} \sim I; \ldots\ldots S_{эф} \sim I_m$

Спецификация интегрального критерия предусматривает выбор его формы (целевой функции). Это может быть аддитивная, мультипликативная или аддитивно-мультипликативная форма. В результате анализа основных свойств и возможностей математического ожидания (средней величины) и учитывая нормальный закон распределения относительных отклонений в оценочных матрицах рекомендуется интегральный критерий представить в следующей форме:

$$K_{инт.j} = \{\sigma_{ij}\} = \sqrt{\sum_{i=1,n}(\sigma_{ij})^2} \rightarrow \min,$$

где i – количество показателей технологических систем угольных шахт, используемых в интегральном критерии; y_{ij} – стандартизированное значение j-го показателя.

Установив форму (вид целевой функции) интегрального критерия в рамках осуществления его спецификации, следует уточнить состав стандартизированных показателей технологических систем угольных шахт для каждого интересующего элемента гиперкуба стандартизированных значений показателей состояния, выбранного в результате проведения позиционирования угледобывающего предприятия.

В результате проведения спецификации для каждого показателя рассчитываются три координаты, определяющие его попадание в тот или иной элемент гиперкуба или, другими словами, устанавливается структура соотношений интегрального критерия для каждого интересующего элемента гиперкуба с выбором стратегии развития и обновления (рис. 2).

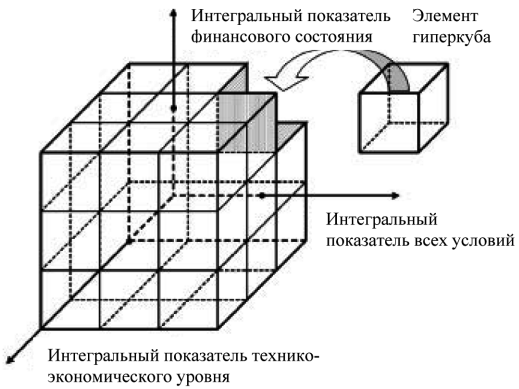


Рис. 2. Гиперкуб стандартизированных значений для трех показателей состояния технологических систем угольных шахт

Для параметризации интегрального критерия необходимо определить значимость (вес) каждого соответствующего показателя, входящего в его состав. Математическим аппаратом параметризации интегрального критерия является метод экспертного опроса типа «Делфи».

С учетом этого целевая функция интегрального функционала трансформируется в следующий вид

$$K_{инт.j} = f\{\varphi\},\{\sigma_{ij}\} = \sqrt{\sum_{i=1,n}(\sigma_{ij}\,\varphi_i)^2} \rightarrow \min,$$

где φ_i – коэффициент значимости (важности) *i*-го показателя оценки.

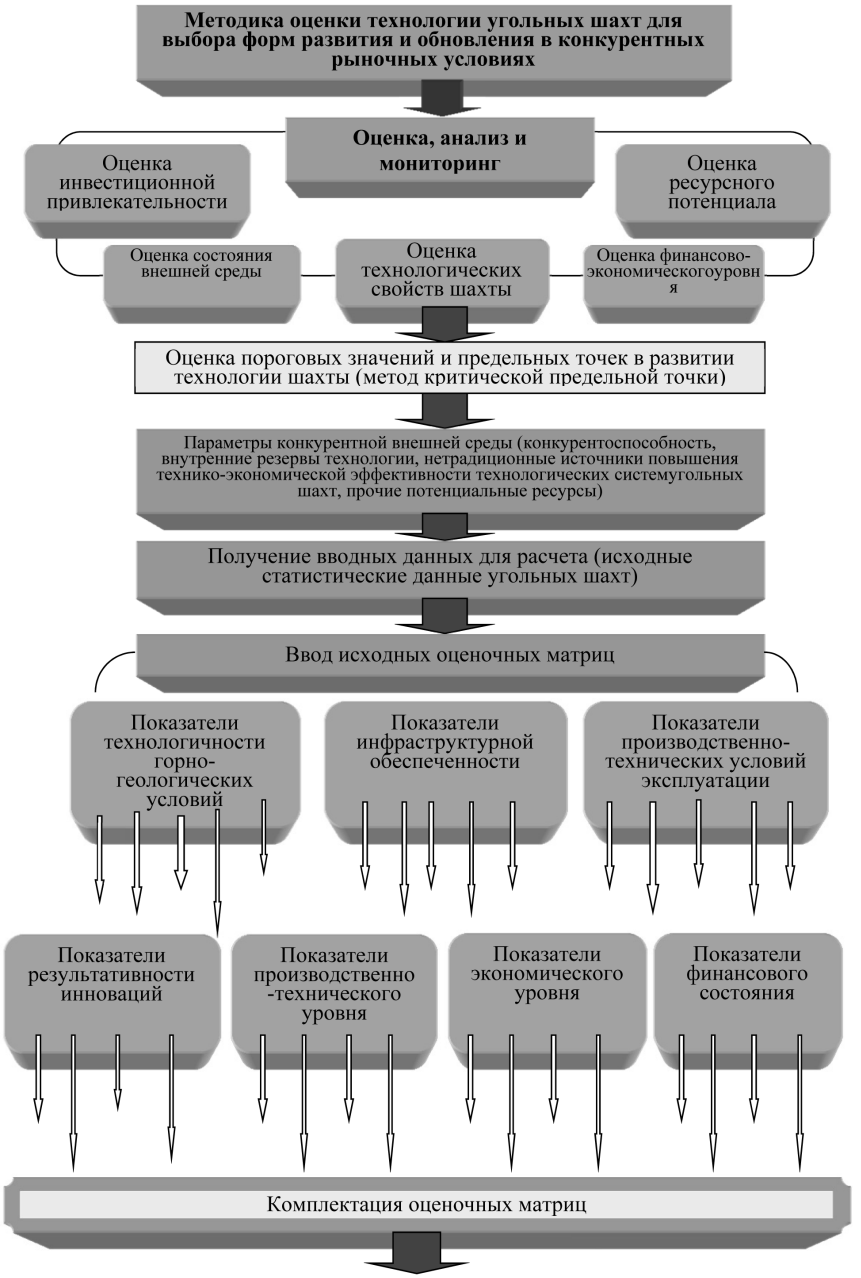
Стратегии развития и обновления принимаются к выполнению, если требования соотношений интегральных критериев выполняются, в противном случае стратегия отвергается. Все мероприятия, выполненные в рамках определенных стратегий, в зависимости от реализуемой модели, либо обеспечат неизменность существующих значений показателей состояния технологических систем угольных шахт, либо приведут к их улучшению.

Вышеприведенный метод в качестве базиса содержит идею, что чем меньше суммарное по всем оценочным критериям отклонение варианта угледобывающего предприятия от эталона, представленного оптимальными значениями, тем лучше функционирует вариант технологической схемы.

Для формирования инструментария оценки эффективности предлагается выделить семь групп интегральных показателей, каждая из которых характеризует свой аспект функционирования технологических систем угольных шахтс их последующим сопоставлением.

Система критериев, организованная в иерархическую структуру, представляется в виде графа, в котором иерархия критериев отражается посредством многоуровневого ряда (матрица технологичности горно-геологических условий эксплуатации, матрица инфраструктурной обеспеченности, матрица уровня производственно-технических условий эксплуатации, матрица результативности инноваций, матрица уровня производственно-технических результатов, матрица уровня экономических результатов, матрица финансового состояния). Каждая матрица включает до 8-ми составляющих (оценочная система ПАТТЕРН).

Частные показатели-критерии оценки соответствующих уровней технологии угольных шахт были отобраны на основа-


Методика оценки технологии угольных шахт для выбора форм развития и обновления в конкурентных рыночных условиях
Оценка, анализ и мониторинг
Оценка инвестиционной привлекательности
Оценка ресурсного потенциала
Оценка состояния внешней среды
Оценка технологических свойств шахты
Оценка финансово-экономическогоуровня
Оценка пороговых значений и предельных точек в развитии технологии шахты (метод критической предельной точки)
Параметры конкурентной внешней среды (конкурентоспособность, внутренние резервы технологии, нетрадиционные источники повышения технико-экономической эффективности технологических системугольных шахт, прочие потенциальные ресурсы)
Получение вводных данных для расчета (исходные статистические данные угольных шахт)
Ввод исходных оценочных матриц
Показатели технологичности горно-геологических условий
Показатели инфраструктурной обеспеченности
Показатели производственно-технических условий эксплуатации
Показатели результативности инноваций
Показатели производственно-технического уровня
Показатели экономического уровня
Показатели финансового состояния
Комплектация оценочных матриц

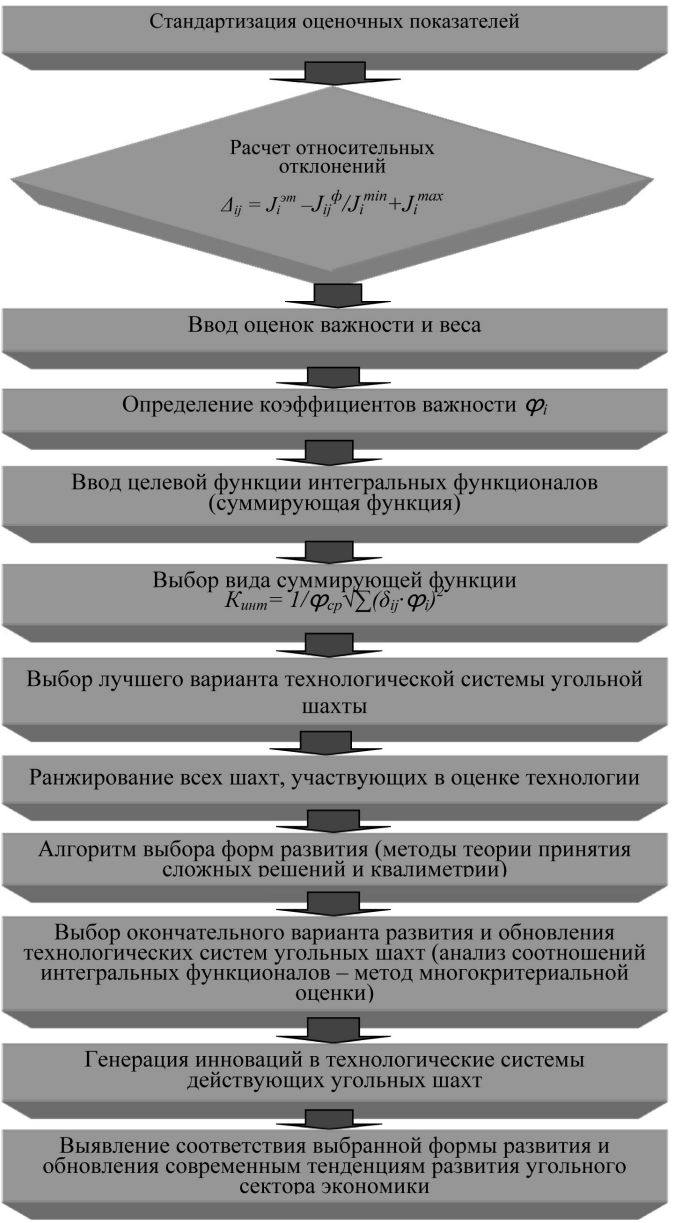


Рис. 3. Блок-схема алгоритма системно-интегральной оценки технологии и повышения технико-экономической эффективности действующих угольных шахт

нии анализа исследований различных авторов в данной области, которые были построены на методах корреляционно-регрессионного и факторного анализа в различных модификациях и интерпретациях. Основным условием включения каждого конкретного показателя в состав оцениваемых служило то, что четко прослеживалась определенная взаимосвязь их влияния на технико-экономическую эффективность функционирования технологических систем угольных шахт.

Учитывая вышеприведенные методологические особенности оценки и математический аппарат реализации целевые функции обобщающих интегральных функционалов всех условий и технико-экономической эффективности будут иметь следующий вид:

$$K_{инт.}^{ВУ} = \sqrt{\left(K_{инт.}^{ГГ}\right)^2 + \left(K_{инт.}^{ИНФ}\right)^2 + \left(K_{инт.}^{ПТУС}\right)^2};$$

$$K_{инт.}^{ТЭ} = \sqrt{\left(K_{инт.}^{ИН}\right)^2 + \left(K_{инт.}^{ПТУР}\right)^2 + \left(K_{инт.}^{Э}\right)^2}.$$

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Оганесян Николай Каренович – кандидат технических наук,
Агафонов Виталий Валерьевич – кандидат технических наук,
Ютяев Андрей Евгеньевич – аспирант,
Беляев Вячеслав Вячеславович – аспирант,
МГИ НИТУ «МИСиС», e-mail: ud@msmu.ru.

UDC 622.013.3

N.K. Oganesyan, V.V. Agafonov, A.E. Yutyaev, V.V. Belyaev

КОМПЛЕКСНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

Presented system of methodical recommendations, presented in the form of the methods of realization of the conceptual approach to the selection and justification of strategies for the development of technological systems of coal mines in the competitive conditions, which are the basis of increase of their technological and economic efficiency.

Key words: integral index, summarizing function, coefficient of importance, mine Fund.

AUTHORS

Oganesyan N.K.[1], Candidate of Technical Sciences,
Agafonov V.V.[1], Candidate of Technical Sciences,
Yutyaev A.E.[1], Graduate Student,
Belyaev V.V.[1], Graduate Student,
[1] Mining Institute, National University of Science and Technology «MISiS»,
119049, Moscow, Russia, e-mail: ud@msmu.ru.