

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИИ ПОДЗЕМНОЙ УГЛЕДОБЫЧИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КРИТЕРИАЛЬНОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА

В данной работе рассматривается многофакторная критериальная математическая модель, отражающая зависимость производительности труда рабочих шахты от принятых технологических параметров шахты. В качестве примера была исследована многофакторная модель производительности труда рабочего по добыче, в которую в качестве структурноопределяющих вошли следующие технологические факторы: суточная добыча шахты, среднедействующая длина лавы и среднемесячная скорость продвижения очистного забоя.

Задача прогнозирования в процессе планирования и управления предприятием заключается в подготовке стратегических решений, обеспечивающих такое последовательное развитие предприятия в течение длительного периода, при котором достаточно оптимально реализуется его основная экономическая задача. На базе прогноза развития предприятия можно выявить структурноопределяющие факторы и главные направления развития. Практическое использование материалов прогноза для подготовки долгосрочных решений и последующий контроль их достоверности в значительной мере зависят от возможности предварительного определения тех элементов системы и окружающих её условий, которые играют решающую роль в развитии и стабильности исследуемой системы. Эти элементы и их связи определяют поле прогностических исследований. Они представляют собой факторы прогнозирования, правильный выбор которых имеет фундаментальное значение для подготовки решений.

Методы прогнозирования можно разделить на две большие группы: прямого и косвенного прогнозирования. В первом случае непосредственно прогнозируются те характеристики, которые необходимы для последующего анализа. Во втором случае прогнозируются характеристики, которые необходимы для расчета прогнозируемой величины. Собственно прогнозирование может осуществляться одним из следующих методов: статистическим методом (то есть обработкой собранного статистического материала и получением на его базе математических зависимостей, которые затем используются для экстраполяции), эвристическим методом (то есть в конечном итоге использованием мнений квалифицированных специалистов) и комбинированными методами.

В данной работе рассматривается многофакторная математическая модель, отражающая зависимость производительности труда рабочих шахты от принятых технологических параметров шахты. Важным показателем экономической эффективности технологической схемы разработки месторождения и деятельности предприятия в целом является производительность труда. Этот показатель является объективным критерием, не подверженным столь значительным колебаниям и изменениям, как стоимостный показатель – себестоимость продукции. Кроме того, производительность труда является весьма удобным показателем при сравнении и анализе эффективности работы различных шахт. Поэтому на определенном этапе производительность труда, так же как и себестоимость, может быть принята в качестве существенного критерия оценки эффективности технологии и организации деятельности угольной шахты.

Совершенствование параметров технологических схем на основе исследований с применением математической модели производительности труда рабочего по шахте при конкретных горно-геологических условиях и технологических ограничениях может обеспечить заданный уровень производительности труда. При этом выбор рациональных схем осуществляется на основе учета дополнительных показателей: срока достижения проектной мощности шахты, минимальной стоимости строительства и эксплуатации и т. д. Таким образом, оптимальным является решение, обеспечивающее максимум производительности труда при минимуме затрат. Минимальная себестоимость является необходимым, но недостаточным условием оптимальности.

Исследование с применением метода математического моделирования должно производиться с

учетом ограничений, действующих на данном этапе развития техники разработки угольных месторождений. К числу таких ограничений можно отнести следующее:

- интенсивность процесса отбойки угля механическими средствами;
- скорость транспортирования угля призабойными конвейерами;
- ресурс работоспособности призабойного конвейера;
- предельный угол наклона для конвейерного транспорта;
- предельная скорость воздуха в горных выработках, принимаемая в соответствии с правилами безопасности. В ходе исследований возможно введение дополнительных ограничений.

Разработку многофакторной математической модели была проведена на основе следующих соображений. На производительность труда оказывают влияние природные, горнотехнические, горногеологические, организационные и другие условия. Задачи построения математической модели сводятся к выявлению количественной взаимосвязи этих факторов с производительностью труда, т. е. математическая модель должна быть по существу экономико-статистической моделью горного предприятия.

Важным вопросом является выбор вида зависимости производительности труда от определяющих факторов. Анализ собранного статистического материала показывает, что эта зависимость в большинстве случаев носит нелинейный экстремальный характер. Поэтому удобнее всего пользоваться зависимостью вида:

$$P = P(x_1, x_2, \dots, x_n) = K \prod_{i=1}^n x_i^{b_i} \exp \sum_{i=1}^n c_i x_i$$

- где P – производительность труда;
 K – постоянный коэффициент;
 x_i – факторы, влияющие на производительность труда;
 b_i, c_i – эмпирические коэффициенты;
 n – количество включенных в модель факторов.

Отсюда следует, что математическая модель является многофакторной критериальной моделью.

Для конкретных горно-геологических условий и при произвольных технически целесообразных ограничениях, налагаемых на остальные влияющие факторы, проводится максимизация функции $P = P(x_1, x_2, \dots, x_n)$ одним из известных методов (методами линейного программирования, скорейшего спуска и др.). В данной работе был использован метод сопряженных градиентов. Этот метод, как и методы градиентного спуска, является методом первого порядка, то есть используется информация только о первых производных максимизируемой функции. Этот метод был выбран авторами потому, что он выгодно отличается от градиентных методов более высокой скоростью сходимости. Если полученное значение МАХР окажется меньше планируемого уровня производительности, то изменяются первоначальные ограничения и процесс расчета МАХР повторяется до момента равенства МАХР значению планируемой производительности.

Выявление условий, при которых МАХР больше планируемого уровня производительности, позволяет спрогнозировать рост производительности труда на перспективу.

По найденному значению МАХР с учетом принятых при этом значений ограничивающих факторов можно совершенствовать схемы вскрытия, подготовки и система разработки конкретного месторождения. Решение задачи отыскания МАХР по своей природе должно быть многозначным, так как отдельные, важные в проектном отношении горнотехнические условия влияют на производительность труда. Получается целое семейство оптимальных решений $МАХР^{(1)}, МАХР^{(2)}, МАХР^{(k)}$.

Следующим после решения задачи максимизации этапом работы является экономическая оценка выбираемых вариантов путем вычисления проектной себестоимости 1 т угля для каждого варианта. В качестве результата принимается вариант с минимальной себестоимостью.

В качестве примера была исследована многофакторная модель производительности труда рабочего по добыче, в которую в качестве структурноопределяющих вошли следующие технологические факторы: суточная добыча шахты A , среднедействующая длина лавы L и среднемесячная скорость продвижения очистного забоя v . После логарифмирования уравнение приводится к линейной форме вида :

На основании статистического материала, собранного в условиях ряда шахт, с помощью рассмотренного метода получена следующая модель производительности труда:

$$P_{cp} = \frac{e^{(0.037v - 0.00342L + 0.00075A)} * 3.15L^{0.578}}{v^{0.0987} * A^{0.347}}$$

где P_{cp} - среднестатистическая величина производительности труда.

Полученное при этом значение величины достоверности 0,647, с одной стороны, указывает на достаточно тесную связь между производительностью труда, длиной лавы, скоростью подвигания очистной линии забоев и суточной производительностью, а с другой – показывает, что в модели учтены далеко не все структурноопределяющие факторы, которые влияют на производительность. Практическая ценность таких моделей заключается в том, что с их помощью можно рассчитать ожидаемый уровень производительности труда при принятых или заданных значениях факторов, заложенных в модели. Так, например, при $L = 100$ м; $v = 60$ м/сек и $A = 5000$ м/сутки производительность труда на шахте, рассчитанная по уравнению, составит $P_{cp} = 60,5$ м/чел.

Библиографический список

1. Р.С.Гутер, Б.В. Овчинский. Элементы численного анализа и обработка результатов эксперимента. -М., “Наука”, 1975,- 447с.
2. Ю.В.Чуев, Г.П.Спехова. Технические задачи исследования операций.- М., “Наука”, 1980,- 244с.
3. Э.Рейнгольд, Ю.Нивергельт, Н.Део. Комбинаторные алгоритмы. Теория и практика. -М., “Мир”, 1980,- 465с.

Павлыш В.Н., Дынник И.В., 2007