Записки Санкт-Петербургского горного института.
Т. 132. СПб, 1992

Г.А.ГОЛОВАНОВ, И.И.КУЗЬМИН

ВЛИЯНИЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЛАНЦЕДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Снижение эффективности производственной деятельности сланцедобывающих предприятий страны ставит эту подотрасль перед необходимостью поиска и внедрения новых высокопроизводительных технологических процессов, применения технически совершенных и экономически эффективных машин и механизмов, а также ускорения механизации и автоматизации трудоемких процессов, т.е. всего того, что составляет основу технического прогресса и определяет его уровень [2].

Состояние научно-технического прогресса (НТП) на конкретном этапе его становления, таким образом, определяется совокупным уровнем техники, технологии и технической оснащенности производственных процессов. При этом данный уровень может быть охарактеризован с помощью ряда стандартных характеристик (факторов), охватывающих и с различной степенью выражающих его функциональные особенности. Это означает, что НТП представляет собой сложную многофакторную систему, в которой составляющие ее элементы разнонаправленно и с неадекватной степенью интенсивности воздействуют на конечный результат производственно-хозяйственной деятельности промышленных предприятий.

Анализ функционирования такой системы за определенный период на сланцедобывающих предприятиях с использованием традиционных методов расчетов сопряжен с затруднениями, обусловленными прежде всего невозможностью выявления влияния на исследуемый показатель всего комплекса воздействующих на него факторов, а также ограничением продолжительности анализируемого периода вследствие трудоемкости обработки и анализа исходной информации. В результате из-за ограниченного и произвольного отбора влияющих факторов (а следовательно, возможного необоснованного исключения из рассмотрения существенных) с помощью этих методов не удается объективно отразить структуру формирования исследуемого показателя.

В настоящее время для исследования многофакторных сложных систем привлекают математические методы с применением ЭВМ. Это позволяет не только вовлечь в рассмотрение более полный перечень влияющих на исследуемую функцию факторов, но и эффективно использовать полученные с большей степенью достоверности результаты при выборе оптимальных вариантов технического развития производства, разработке оптимальных плановых решений и т.д. [1].

Применение математических методов при определении степени влияния НТП на эффективность производственной деятельности сланцедобывающих предприятий (шахт и разрезов ПО "Эстонсланец") ставило своей целью решение следующих экономических задач:

I) установление уровня влияния (в абсолютном и относительном выражении) каждого из принятых к рассмотрению факторов, в той или иной мере характеризующих состояние НТП, на показатель-функцию, определяющую эффективность производственной деятельности предприятий (в качестве таковой принята себестоимость добычи I т сланца);

2) осуществление на базе полученных результатов прогноза возможного развития сланцедобывающих предприятий в ближайшей и более отдаленной перспективе.

Вся совокупность факторов, определяющих развитие НТП и подлежащих постоянному учету в ПО "Эстонсланец", при анализе за 1982-1989 гг. была разделена на две группы: первая - для шахт; вторая - для разрезов:

I) X_1 - величина эксплуатационных потерь сланца относительно объема добычи, %; X_2 - годовая добыча сланца на шахте, тыс.т; X_3 - доля годовой добычи сланца из очистных забоев, %; X_4 - доля годовой добычи сланца из подготовительных забоев, %; X_5 - протяженность поддерживаемых горных выработок, м; X_6 - среднедействующая длина линии очистного забоя, м; X_7 - среднедействующее подвигание очистного забоя, м; X_8 - среднедействующее число очистных забоев; X_9 - годовой объем проведения горных выработок, тыс.м; X_{10} - механизированная навалка сланца в очистном забое, тыс.т; Y_1 - себестоимость I т добычи сланца на шахтах, руб.;

2) X_{11} - объем работ по переэкскавации, тыс.м^3; X_{12} - объем вскрышных работ, млн.м^3; X_{13} - объем вскрышных работ с применением буровзрывных работ от общего объема горной массы, %; X_{14} - объем добычи горной массы, млн.т; X_{15} - величина эксплуатационных потерь сланца относительно объема добычи, %; Y_2 - себестоимость добычи I т сланца на разрезах, руб.

Многофакторный анализ эффективности производственной деятельности шахт и разрезов ПО "Эстонсланец" уже на первом этапе, где использовался только метод дисперсного анализа, позволил установить возможность выражения характеристик исследуемых показателей через параметры нормального распределения (табл.I).

Наиболее потенциально информационно емким с точки зрения качественного представления результатов статистической обработки является коэффициент вариации, позволяющий установить относительный уровень отклонения экстремальных значений каждого из исследуемых показателей от их средних величин. Достаточно высокая величина этого коэффициента, присущая факторам $X_2, X_5, X_8, X_9, X_{11}, X_{12}$ (табл.I), указывает на значительный разброс его значений по каждому из предприятий, что связано с существенными различиями в уровне технической оснащенности производства и технологического совершенства процессов на шахтах и разрезах и указывает на существование определенных резервов для их качественного изменения.

Таблица 1

Статистические характеристики исследуемых показателей

Фактор	Среднее значение фактора	Среднеквадратическое отклонение	Дисперсия	Коэффициент вариации
Y_1	4,256	0,889	0,790	20,9
Y_2	3,082	0,974	0,949	31,6
X_1	31,639	9,827	95,570	31,1
X_2	1999,093	1564,497	2447650,8	78,3
X_3	84,070	7,242	52,450	8,6
X_4	16,485	6,305	39,750	38,3
X_5	132713,062	90414,617	8174800000	68,2
X_6	124,722	22,035	485,540	17,7
X_7	41,931	15,468	239,260	36,9
X_8	10,148	8,815	77,710	86,9
X_9	15,124	12,033	144,790	79,6
X_{10}	1629,963	1430,666	2046805,2	87,8
X_{11}	3334,469	2508,664	6293395,0	75,2
X_{12}	14,325	4,001	16,010	27,9
X_{13}	58,119	10,267	105,410	17,7
X_{14}	3,097	0,822	0,676	26,5
X_{15}	13,003	4,498	20,230	34,6

Вычисленные на этапе корреляционного анализа парные коэффициенты корреляции позволили установить тесноту связи как между исследуемыми показателями и функциями, так и между самими показателями. Более детальный анализ корреляционных матриц парных коэффициентов корреляции позволил констатировать наличие коллинеарности между отдельными факторами, вследствие чего некоторые из них: $X_2, X_3, X_8, X_9, X_{10}, X_{15}$ – из дальнейшего рассмотрения были исключены.

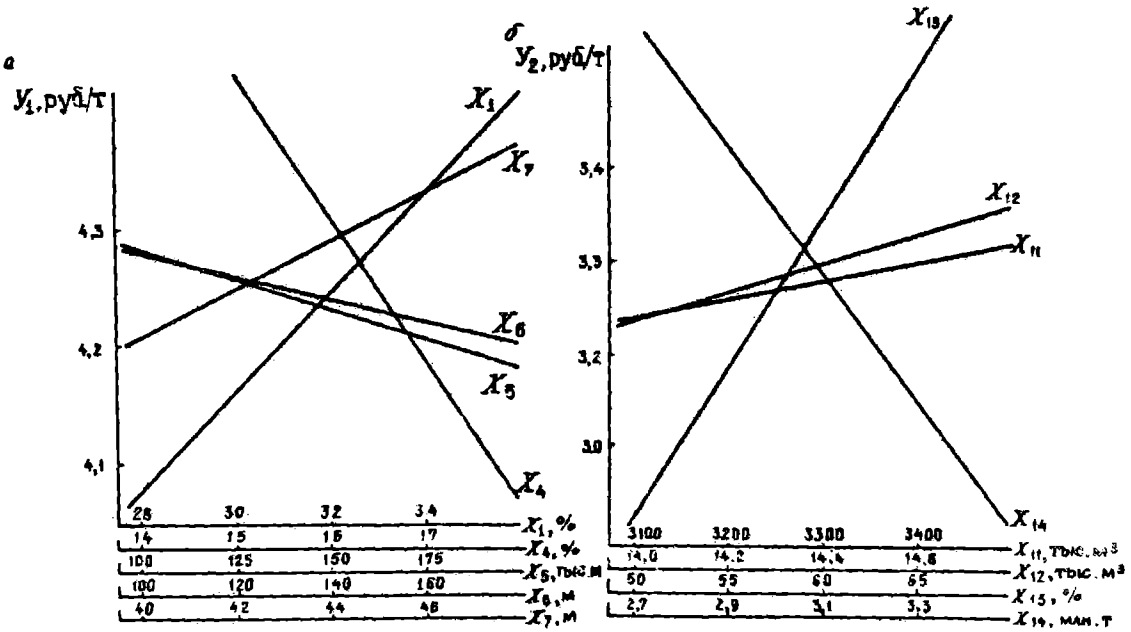
Последующее построение моделей зависимости себестоимости добычи 1 т сланца от оставшихся факторов осуществлялось путем регрессионного анализа. На этом уровне расчетов все исследуемые зависимости аппроксимировались полиномом первой степени [3]. В результате математической обработки были последовательно исследованы четыре статистические модели: множественные линейная, параболическая, гиперболическая и логарифмическая регрессии. Их сопоставление производилось на основании коэффициента множественной корреляции, характеризующего уровень тесноты связи между себестоимостью и группой факторов по каждому виду связи. Было установлено, что наибольшее значение указанного коэффициента соответствует линейной связи между функцией и факторами-аргументами. Экономико-математические зависимости себестоимости добычи сланца от влияния группы исследуемых факторов, характеризующих состояние НТП на шахтах и разрезах ПО "Эстонсланец", приняли вид

$$Y_1 = 3{,}65 + 0{,}042X_1 - 0{,}12X_4 - 0{,}000001X_5 - 0{,}011X_6 + 0{,}019X_7 + 0{,}16t;$$

$$Y_2 = 0{,}106 + 0{,}0002X_{11} + 0{,}164X_{12} + 0{,}032X_{13} - 0{,}675X_{14} + 0{,}065t,$$

где t – продолжительность изучаемого периода, годы.

Для каждой конкретной зависимости значение всех факторов, кроме исследуемого, закреплялись на постоянном – среднем – их уровне. Построенные таким образом графики позволяют производить определение абсолютных значений изменения функции в зависимости от изменения каждого из рассматриваемых факторов (см. рисунок).



Зависимость себестоимости добычи 1 т сланца от факторов, определяющих состояние научно-технического прогресса, на шахтах (а) и разрезах (б) ПО „Эстонсланец"

В ходе корреляционного и регрессионного анализа был получен целый ряд статистических критериев и коэффициентов, с различных позиций характеризующих соответствующие зависимости и отдельные их качественные значения (табл.2). Вычислены также для обеих функций свободный член регрессии a_0, коэффициент множественной корреляции R, коэффициент множественной детерминации R^2 и расчетный критерий Стьюдента t_R:

Функция	Y_1	Y_2
a_0	3,65	0,106
R	0,906	0,964
R^2	0,821	0,929
t_R	34,85	53,96

Таблица 2

Статистические критерии и коэффициенты многофакторного анализа

Фактор	Коэффициент регрессии	Коэффициент эластичности	β-коэффициент
		Функция Y_1	
X_1	0,042	0,31	0,464
X_4	-0,12	-0,465	-0,851
X_5	-0,000001	-0,031	-0,102
X_6	-0,0011	-0,032	-0,027
X_7	0,019	0,187	0,331
t	0,16		-
		Функция Y_2	
X_{11}	0,0002	0,217	0,515
X_{12}	0,164	0,762	0,674
X_{13}	0,032	0,604	0,337
X_{14}	-0,675	-0,678	-0,570
t	0,065		

Удельный вес влияния каждого из принятых к рассмотрению факторов на изменение себестоимости устанавливался по значениям коэффициента эластичности и β-коэффициента. Первый из них позволяет определить относительное изменение функции при изменении соответствующего фактора на I %. Однако обладающий наибольшим влиянием фактор, выявленный таким образом, может иметь сравнительно незначительный резерв своего изменения. Для учета таких ситуаций и их влияния на исследуемый параметр производилось определение β-коэффициентов, измеряющих уровень зависимости функции от каждого из факторов с фиксацией величины их разброса. Выполненные соответствующим образом расчеты позволили выстроить в ранжированный ряд (в порядке убывания значений коэффициентов) весь перечень принятых к рассмотрению факторов, определяющих состояние НТП на сланцедобывающих предприятиях ПО "Эстонсланец". На шахтах положительно влияют на изменение себестоимости добычи I т сланца факторы X_4, X_5 и X_6; отрицательно - X_1 и X_7; на разрезах положительно влияет фактор X_{14}, отрицательно - X_{12}, X_{11} и X_{13}.

На основе полученных в ходе многофакторного анализа коэффициентов было произведено определение возможного изменения величины себестоимости в абсолютном и относительном измерениях при изменении каждого из учитываемых факторов на единицу соответствующей величины измерителя (табл.3).

Наибольшей потенциальной возможностью положительного регулирования величины себестоимости добычи I т сланца на шахтах ПО "Эстонсланец" обладает фактор X_4 (удельный вес годовой добычи сланца из подготовительных забоев в общем годовом объеме добычи). Его рост на I % обеспечивает снижение себе-

Таблица 3

Изменение величины себестоимости добычи 1 т сланца при изменении факторов

Фактор	ΔY_1, ΔY_2, руб./т	ΔY_1, ΔY_2, %
X_1	0,042	0,31
X_4	-0,12	-0,465
X_5	-0,000001	-0,031
X_6	-0,0011	-0,032
X_7	0,019	0,187
X_{11}	0,0002	0,217
X_{12}	0,164	0,762
X_{13}	0,032	0,604
X_{14}	-0,675	-0,678

стоимости на 0,I2 руб./т, или на 0,47 % от существующей ее величины. При среднем за анализируемый период значении фактора X_4 = I6,485 % его увеличение даже до I7 % будет способствовать снижению себестоимости с 4,256 руб./т до 4,I94 руб./т, т.е. на 6,2 коп., или на 0,24 %. Это обусловлено спецификой применяемых на шахтах объединения технологий очистных и подготовительных работ: более экономически эффективна и технологически совершенна в настоящее время камерная система разработки, добыча сланца при которой, как и в подготовительных забоях, ведется с помощью буровзрывных работ, что способствует достижению более высоких результатов по сравнению с другими применяемыми системами.

Достаточно высокий потенциал положительного изменения себестоимости подземной добычи сланца заключен в факторе X_6: увеличение среднедействующей длины линии очистного забоя в абсолютном (на I м) и в относительном (на I %) выражениях способен обеспечить снижение величины себестоимости соответственно на 0,II коп./т и 0,032 %. Являясь специфической характеристикой применяемой технологии добычи и отражая степень ее соответствия конкретным условиям, рассматриваемый показатель влияет не только на техническую оснащенность и состояние очистного забоя и рабочих мест, но и, что не менее важно, в значительной степени определяет уровень и параметры организации производства в очистном забое.

Из остальных факторов, отнесенных к группе технических и технологических и определяющих состояние НТП на шахтах объединения, выделяется прежде всего фактор X_1. Увеличение его на I % способствует росту удельных затрат на 0,42 руб./т, или на 0,3I %. Абсолютное значение этого фактора существенно дифференцировано в зависимости от применяемой технологии добычи сланца: группы шахт с камерной системой разработки он составляет 24,8 %, а для шахт, использующих другие системы, - 38,I %. Поэтому положительное его регулирование, например через увеличение объема добычи сланца на шахтах всей группы приведет к более рациональному и эффективному использованию всех имеющихся ресурсов на предприятиях и в объединении в целом.

Комплекс факторов (X_{11}, X_{12}, X_{15}), отрицательно влияющих на формирование себестоимости добычи сланца на разрезах, относится к группе показателей, отражающих непроизводительные затраты, т.е. непосредственно не связанные с добычей сланца. Поэтому само наличие каждого из этих факторов в той или иной мере приводит к росту общей величины себестоимости. С точки зрения совершенства применяемой на разрезах технологии определенный интерес представляет фактор X_{11}. Несмотря на то, что рост его на I % приводит к повышению себестоимости на 0,217 % от ее средней за анализируемый период величины, применение технологии по переэкскавации (перемещению) пород вскрыши во внутренние отвалы более эффективно, чем при выполнении этих работ другими способами. А поскольку коэффициент вариации фактора X_{12}, равный 27,9 %, намного меньше аналогичного показателя фактора X_{11} (75,2 %), очевидно, что указанная технология не находит в настоящее время достаточного применения на разрезах объединения.

Выполненные таким образом исследования и полученные при этом результаты позволяют не только с достаточной степенью достоверности оценить фактическое влияние НТП на эффективность производственно-хозяйственной деятельности сланцедобывающих предприятий ПО "Эстонсланец", но и выявить потенциально возможные направления, способствующие как совершенствованию основополагающей базы НТП, так и выработке наиболее приемлемых в конкретной хозяйственной ситуации вариантов развития отдельного предприятия и объединения в целом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Математические методы и модели в планировании и управлении горным производством / А.Г.Протосеня, С.А.Кулиш, Е.И.Азбель и др. М.: Недра, 1985.

2. Организация, планирование и управление производством в горной промышленности / Под общ. редакцией Н.Я.Любанова. М.: Недра, 1989.

3. Френкель А.А. Математический анализ производительности труда. М.: Экономика, 1968.