

Я. Б. ФРАЙМАН, С. Н. СЕМИНА

## ОЦЕНКА И ВЫБОР ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО УРОВНЯ СЛАНЦЕВЫХ ШАХТ И РАЗРЕЗОВ

Характеристики технического и технико-экономического уровня производства довольно широко используются при анализе горного производства и в горно-экономических исследованиях. Они необходимы и в сланцедобывающей отрасли, где по мере ее развития сложились довольно жесткие ограничения по качеству и объему добываемого горючего сланца. В результате крайне ограниченной оказалась область изыскания резервов производства, усложнился выбор решений, улучшающих использование промышленных запасов сланца, а также трудовых, материальных, организационных и других видов ресурсов. Чтобы совершенствовать планирование производства и контроль над ним на сланцевых шахтах и разрезах, необходимо развивать методы оценки их технико-экономического уровня (ТЭУ). Оценка ТЭУ должна стать одним из средств повышения точности определения базового и перспективного технико-экономического состояния производства как отдельного предприятия, так и промышленного объединения.

Уточним прежде всего суть определений технического и технико-экономического уровня производства. Дело в том, что эти различные по сути понятия пытаются выразить довольно близкими по своей природе характеристиками. По нашему мнению, определение «технический уровень» (ТУ) приемлемо для выражения технического состояния машины, технологического процесса на данном участке (в цехе) и на предприятии в целом. В таком случае этот показатель должен учитывать изменения всего комплекса технических и технологических параметров соответственно машины или процесса и их надежностных характеристик, а также степень отклонения от прогрессивных типов подобных машин или схем технологии процессов по уровню технической производительности. Понятие «технико-экономический уровень» приемлемо для совокупной оценки технического состояния и результатов хозяйственной деятельности производственного участка, промышленного предприятия или объединения. Таким образом, этот показатель обобщает технический уровень комплекса машин, технологических процессов и устанавливает оценку использования ресурсов, участвующих в производстве. В [1] ТЭУ предприятия рекомендуется планировать и периодически оценивать по набору разрозненных показателей, чтобы избежать измерения состояния и взаимодействия ресурсов производства единым измерителем.

К особенностям, определяющим практическую значимость рекомендуемой методики оценки и выбора ТЭУ сланцедобывающих предприятий, следует отнести два положения, пока недостаточно полно разработанных в других исследованиях [2, 3] и методиках [4, 5]:

— Единый показатель ТЭУ количественно оценивает базовую организацию использования основных производственных ресурсов и учитывает при этом качественную значимость каждого из них для реальных горно-технологических условий данного предприятия, производственного объединения или месторождения.

— Любому (определенному по износу основных фондов, степени децентрации горных работ, обеспеченности запасами, готовыми к выемке) периоду работы сланцевой шахты или разреза свойственны такие организационные формы и уровни использования производственных ресурсов, когда при помощи какого-либо экономического критерия всегда можно выбрать вариант их наиболее рационального участия в производственном процессе.

Количественное значение уровня использования каждого из ресурсов (или их составляющих) устанавливается как результат отношения величин его фактических удельных затрат к среднепрогрессивному, достигнутому минимальному или расчетно-нормативному уровню их потребления.

Как видно, оценка и выбор ТЭУ сводятся, по существу, к решению экономической задачи — изысканию таких локальных уровней использования производственных ресурсов, когда их потребление привело бы к минимальным производственным затратам на 1 т товарного сланца. Здесь правомерно также указать, что ТЭУ производства и уровень использования его ресурсов — определители, близкие по своей сущности и связи с конечным результатом деятельности предприятия. Исходя из такого представления, мы считаем эти понятия тождественными в решаемых задачах.

### Оценка использования производственных ресурсов

При решении этой задачи будем исходить из двух положений:

— Во-первых, уровень использования производственных ресурсов, выражая ТЭУ предприятия, определяется комплексом технических, экономических, организационных и технологических характеристик, свойственных сланцедобывающему производству.

— Во-вторых, классический состав производственных ресурсов (живой труд, средства и предметы труда) является исходной основой более детального их представления применительно к условиям горного предприятия, и в частности предприятия сланцедобывающей отрасли.

Методы оценки ТЭУ и ТУ горнодобывающего производства активно разрабатываются примерно с 1970 г. [6—8]. Однако, как показывают первые результаты наших расчетов по сланцедобывающим шахтам и разрезам, постановка задач такого рода правомерна только в том случае, если достаточно систематизирована и полно представлена информация о производственных ресурсах горного предприятия и если расчетные характеристики их использования способны хорошо отражать структурные и качественные изменения в каждом из них. Наконец, непременным условием проведения оценки ТЭУ производства является возможность приведения всего набора локальных характеристик использования каждого из ресурсов к единому показателю. Применительно к условиям угле- и сланцедобывающих предприятий задача оперативной и предплановой оценки ТЭУ, выбора его оптимального значения остается пока нерешенной.

Схема определения ТЭУ сланцедобывающего предприятия (производственного объединения) представлена на рис. 1. Для обобщения результатов оценки все виды производственных ресурсов подразделяются по способу участия их в процессах добычи и реализации горючего сланца на две группы:

— **Материальные** — технические средства (активная часть основных фондов), трудовые ресурсы (промышленно-производственный персонал), денежные ресурсы (оборотные средства предприятия), промышленные запасы горючего сланца и известняка в недрах.

— **Организационные** — концентрация горных работ и подземных коммуникаций в пределах шахтного (карьерного) поля, обеспеченность добывающего предприятия промышленными запасами, готовности к выемке, организация стабильной работы предприятия, организация технологического и административного управления производством.

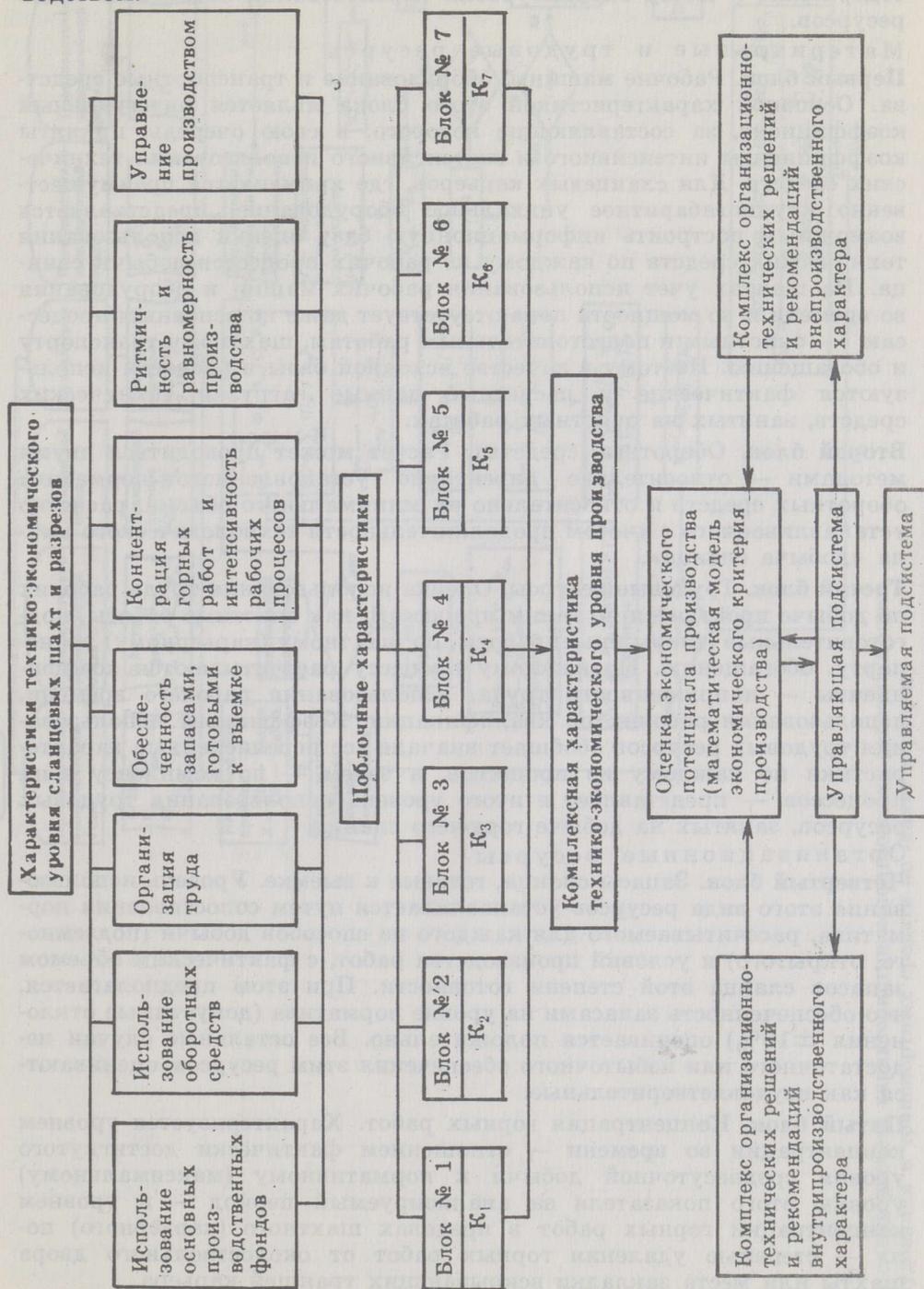


Рис. 1  
Блок-схема оценки технико-экономического уровня предприятия

Поскольку организация производственного процесса, технология горных работ и учет на сланцевых шахтах и разрезах существенно различаются, методики оценки уровней использования технических средств, промышленных запасов, готовых к выемке, ресурса концентрации горных работ также имеют некоторые различия. Рассмотрим содержание и метод оценки уровня использования отдельных видов ресурсов.

**Материальные и трудовые ресурсы**

**Первый блок.** Рабочие машины, оборудование и транспортные средства. Основной характеристикой этого блока является интегральный коэффициент, за составляющие которого, в свою очередь, приняты коэффициенты интенсивного и экстенсивного использования технических средств. Для сланцевых карьеров, где применяется преимущественно крупногабаритное уникальное оборудование, представляется возможным построить информационную базу оценки использования технических средств по каждому из рабочих процессов добычи сланца. На шахтах учет использования рабочих машин и оборудования во времени и по мощности пока отсутствует даже по основным процессам — очистным и подготовительным работам, шахтному транспорту и обогащению. Поэтому в качестве исходной базы в расчетах используются фактические и расчетные данные загрузки технических средств, занятых на очистных работах.

**Второй блок.** Оборотные средства. Расчет может проводиться двумя методами — относительно директивно установленного норматива оборотных средств и относительно их минимального объема, расчетно устанавливаемого с учетом продолжительности технологического цикла «добыча сланца».

**Третий блок.** Трудовые ресурсы. Оценка использования труда рабочих по добыче проводится по таким процессам, как очистные работы, подготовительные (вскрышные) работы, по шахтному (карьерному) транспорту, обогащению. По каждому процессу рассчитываются коэффициенты — напряженности труда, использования рабочего времени, использования рабочих по квалификации. Коэффициент использования трудовых ресурсов обобщает вначале все перечисленные характеристики по каждому из процессов, а затем — по комплексу этих процессов — представляет в итоге уровень использования трудовых ресурсов, занятых на добыче горючего сланца.

**Организационные ресурсы**

**Четвертый блок.** Запасы сланца, готовые к выемке. Уровень использования этого вида ресурсов устанавливается путем сопоставления норматива, рассчитываемого для каждого из способов добычи (подземного, открытого) и условий производства работ, с фактическим объемом запасов сланца этой степени готовности. При этом предполагается, что обеспеченность запасами на уровне норматива (допустимые отклонения  $\pm 10\%$ ) оценивается положительно. Все остальные случаи недостаточного или избыточного обеспечения этим ресурсом оцениваются как неудовлетворительные.

**Пятый блок.** Концентрация горных работ. Характеризуется уровнем концентрации во времени — отношением фактически достигнутого уровня среднесуточной добычи к нормативному (максимальному) уровню этого показателя за анализируемый период — и уровнем концентрации горных работ в пределах шахтного (карьерного) поля — степенью удаления горных работ от околоствольного двора шахты или места закладки вскрывающих траншей карьера.

**Шестой блок.** Организация производственного процесса (организация загрузки производственной мощности предприятия). Рассматривается

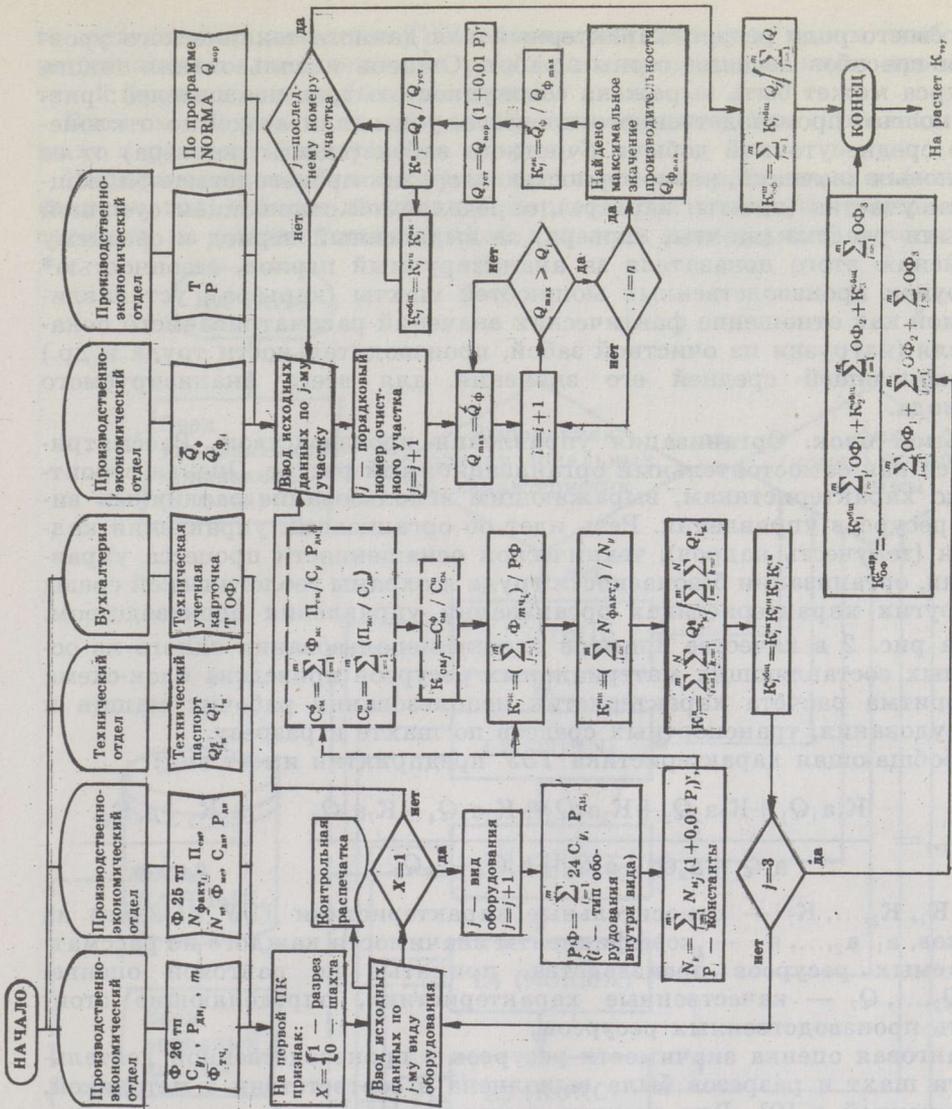


Рис. 2  
Блок-схема расчета характеристик использования рабочих машин, оборудования и транспортных средств по шахте и разрезу

как своего рода ресурс, характерный для данного технического уровня и способов ведения горных работ. Степень использования такого ресурса может быть выражена совокупностью трех показателей: ритмичностью производственного процесса, устанавливаемой по отклонению среднесуточной добычи очистного забоя (шахты, карьера) от ее плановых значений, равномерностью загрузки производственной мощности участка (шахты, карьера), определяемой отношением суточной добычи участка (шахты, карьера) за выделенный период к среднему значению этого показателя за анализируемый период, сезонностью\* загрузки производственных мощностей шахты (карьера), устанавливаемой как отношение фактических значений рассматриваемого показателя (нагрузки на очистной забой, производительности труда и др.) к скользящей средней его значения для всего анализируемого периода.

**Седьмой блок.** Организация управления производством. Рассматривается как самостоятельный организационный ресурс. Оценка строится по характеристикам, выражающим использование различных видов ресурсов управления. Речь идет об организации управления кадрами (текучесть кадров), технической оснащенности процесса управления, организации безопасности труда и охраны геологической среды и других характеристиках организации управления производством.

На рис. 2 в качестве примера оценки использования одного из основных составляющих материальных ресурсов приведена блок-схема алгоритма расчета характеристик использования рабочих машин и оборудования, транспортных средств по шахте и разрезу.

Обобщающая характеристика ТЭУ предприятия имеет вид:

$$K_{\text{тэу}} = \frac{K_1 a_1 Q_1 + K_2 a_2 Q_2 + K_3 a_3 Q_3 + K_4 a_4 Q_4 + K_7 a_7 Q_7}{a_1 Q_1 + a_2 Q_2 + a_3 Q_3 + a_4 Q_4 + a_7 Q_7} \cdot \frac{a_5 K_5 + a_6 K_6}{a_5 + a_6},$$

где  $K_1, K_2, \dots, K_7$  — относительные характеристики ТЭУ каждого из блоков,  $a_1, a_2, \dots, a_7$  — коэффициенты значимости каждого из рассматриваемых ресурсов производства, принятые по ранговой оценке,  $Q_1, Q_2, \dots, Q_7$  — качественные характеристики, определяющие стоимость производственных ресурсов.

Ранговая оценка значимости ресурсов в производственной деятельности шахт и разрезов была выполнена в соответствии с методикой, изложенной в [9]. Для ранжирования были разработаны опросные анкеты и обобщены мнения трех групп специалистов — работников шахт и разрезов Прибалтийского бассейна, аппаратов управлений производственных объединений «Эстонсланец» и «Ленинградсланец», сотрудников Эстонского филиала Института горного дела (ИГД) им. А. А. Скочинского. В общей сложности расчетом были учтены мнения свыше 200 инженеров и научных работников.

Формула оценки ТЭУ построена таким образом, что его критерий —  $K_{\text{тэу}}$  — может изменяться в пределах от 0 до 1. Как показали расчеты, выполненные по шахте «Виру» и разрезу «Октябрьский», а затем по шахтам «Эстония» и «Ленинградская», чаще всего  $K_{\text{тэу}}$  сланцедобывающих предприятий варьирует от 0,45 до 0,80. Это значит, что уровень использования рассматриваемого комплекса производственных ресурсов данных предприятий значительно ниже максимально возможного, оцениваемого единицей. Однако из этого еще не следует вывод о возможных недоиспользованных резервах. Чтобы их оценить, необходимо, во-первых, установить оптимальный для данно-

\* Оцениваются последствия сезонно проявляющихся факторов — климатических, социальных, традиционно сложившихся в данном районе, и др.

го состояния производства ТЭУ, а во-вторых, выявить, каким наиболее рациональным участием этих ресурсов в производственном процессе такой уровень может быть достигнут.

Блок-схема управляющей программы расчета  $K_{тэу}$  производства шахт и разрезов представлена на рис. 3.

Информационная база для выполнения расчетов за текущие (месяц, квартал, год) и более длительные периоды деятельности предприятия строится на основе установленной для этих предприятий отчетности

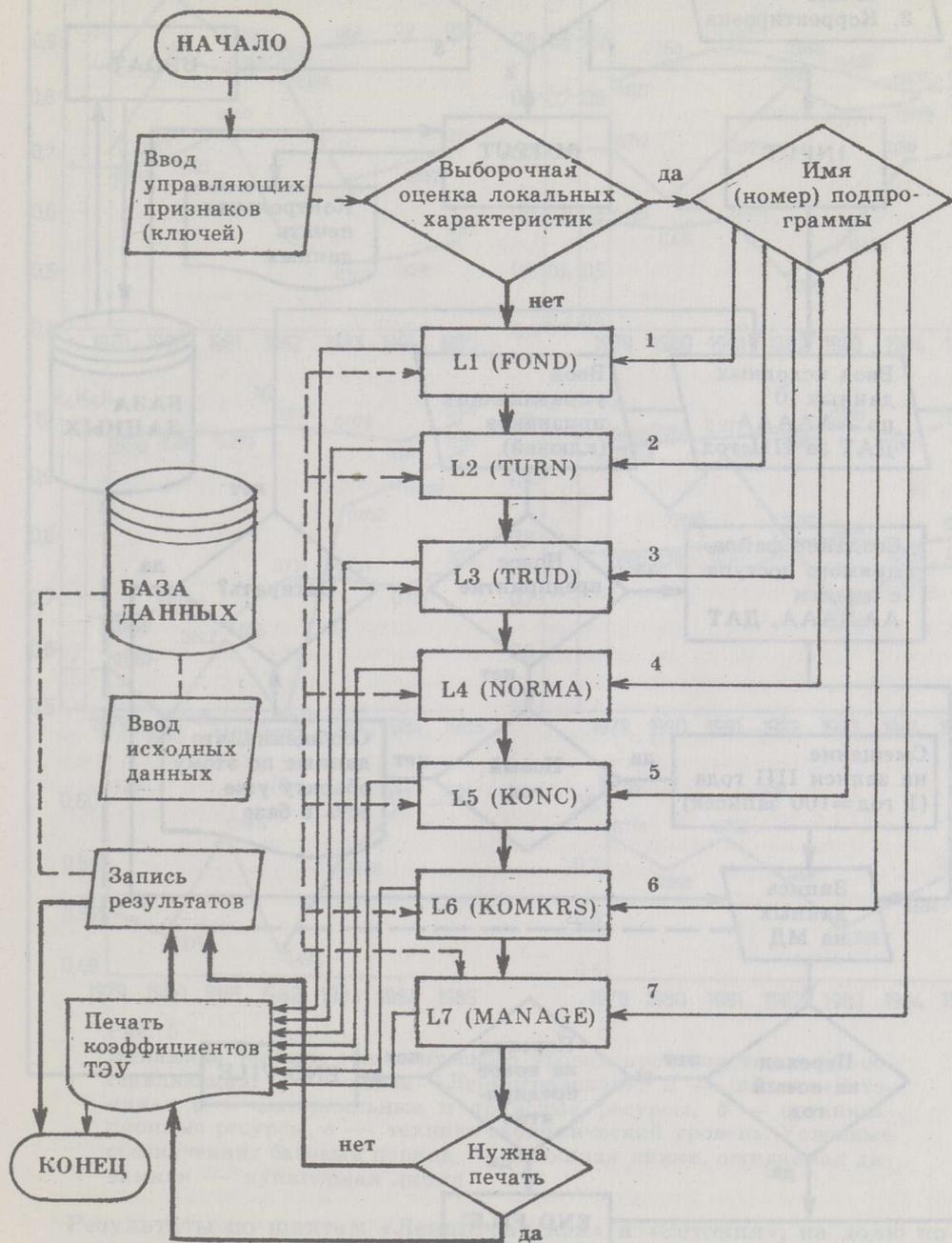


Рис. 3

Блок-схема управляющей программы расчета технико-экономического уровня производства шахт и разрезов

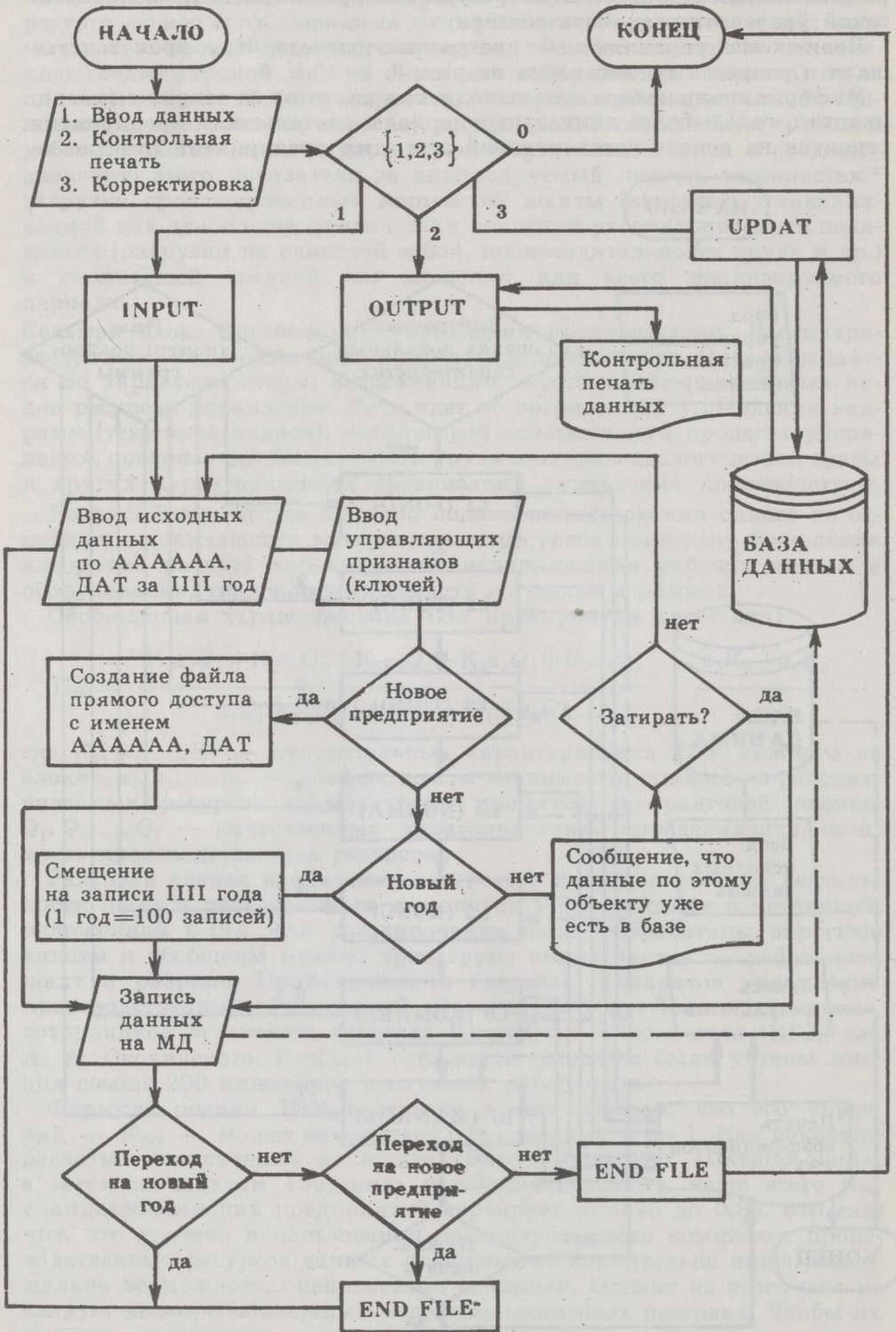


Рис. 4  
Блок-схема алгоритма формирования исходной базы данных

и периодичности учета. Первоначальная запись исходных данных соответствует разработанному бланку. После контрольного просмотра бланки передаются на машиноноситель ВЦ. Блок-схема алгоритма формирования исходной базы данных приведена на рис. 4. Расчеты по оценке ТЭУ производства были выполнены по ряду шахт и разрезов Прибалтийского бассейна (рис. 5).

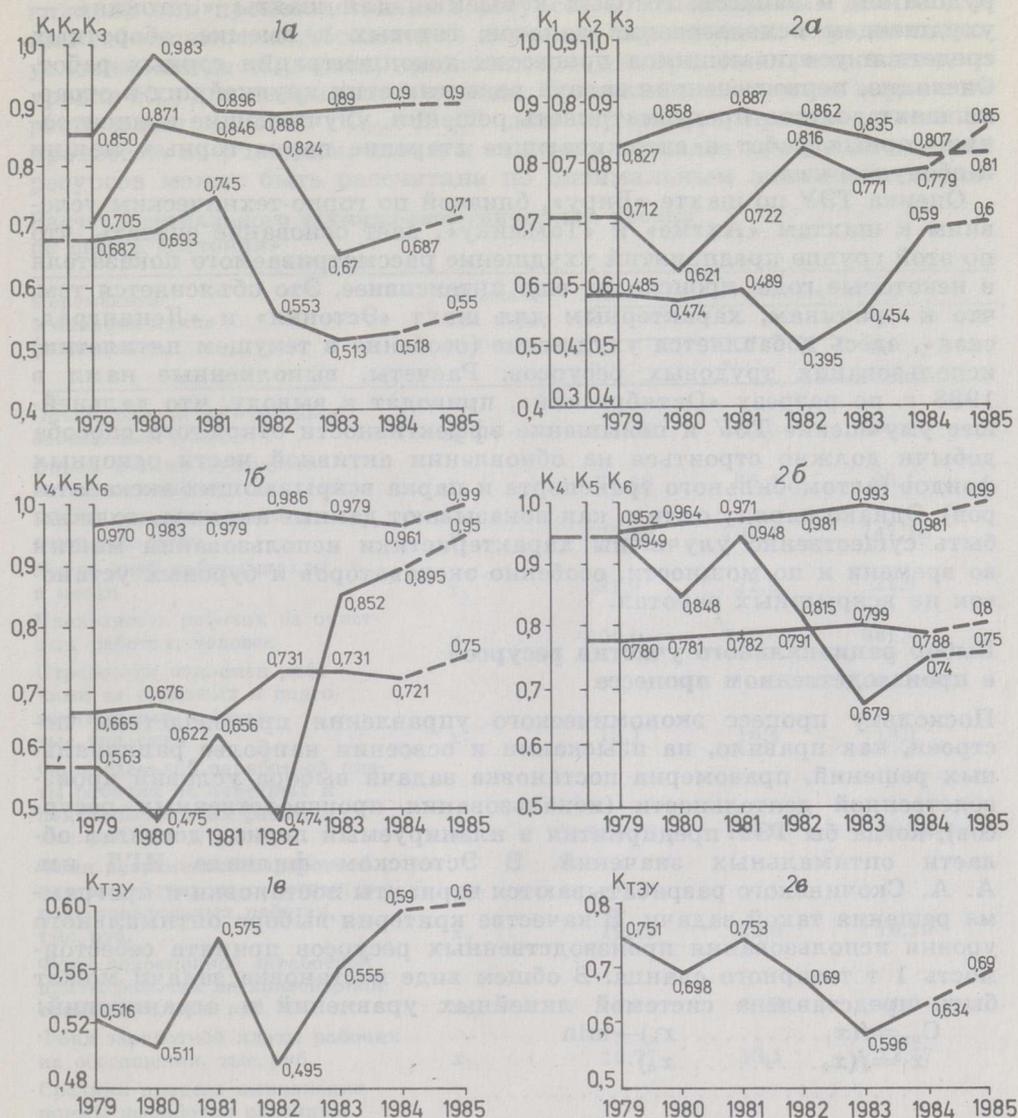


Рис. 5

Динамика технико-экономического уровня производства и его составляющих. 1 — шахта «Ленинградская», 2 — шахта «Эстония»: а — материальные и трудовые ресурсы, б — организационные ресурсы, в — технико-экономический уровень. Условные обозначения: базовый период — сплошная линия, ожидаемая динамика — пунктирная линия

Результаты по шахтам «Ленинградская» и «Эстония», на долю которых приходится более 60% подземной добычи сланца в Прибалтийском бассейне, позволяют отметить, что несмотря на постоянный рост технического уровня производства этих шахт (более чем на 90% меха-

низированы рабочие процессы в очистных и подготовительных забоях и на подземном транспорте, автоматизировано управление процессами вентиляции, водоотлива, конвейерной доставки, подъема на поверхность и значительной частью процессов на поверхности) снижения их ТЭУ варьируют в пределах 1—15%. Для шахты «Ленинградская» это можно объяснить ухудшением использования горно-шахтного оборудования и запасов, готовых к выемке, для шахты «Эстония» — ухудшением использования запасов, готовых к выемке, оборотных средств и усиливающимся процессом деконцентрации горных работ. Очевидно, первостепенная задача развития этих крупнейших в отрасли шахт должна предусматривать решения, улучшающие концентрацию горных работ и сдерживающие старение парка горных машин и оборудования.

Оценка ТЭУ по шахте «Виру», близкой по горно-техническим условиям к шахтам «Ахтме» и «Таммику», дает основание считать, что по этой группе предприятий ухудшение рассматриваемого показателя в некоторые годы происходит еще интенсивнее. Это объясняется тем, что к причинам, характерным для шахт «Эстония» и «Ленинградская», здесь добавляется ухудшение (особенно в текущем пятилетии) использования трудовых ресурсов. Расчеты, выполненные нами в 1983 г. по разрезу «Октябрьский», приводят к выводу, что дальнейшее улучшение ТЭУ и повышение эффективности открытого способа добычи должно строиться на обновлении активной части основных фондов (автомобильного транспорта и парка вскрывающих экскаваторов). Однако наряду с этим, как показывают данные анализа, должны быть существенно улучшены характеристики использования машин во времени и по мощности, особенно экскаваторов и буровых установок на вскрышных работах.

### Выбор рационального участия ресурсов в производственном процессе

Поскольку процесс экономического управления производством построен, как правило, на изыскании и освоении наиболее рациональных решений, правомерна постановка задачи выбора условий производственной деятельности (использования производственных ресурсов), когда бы ТЭУ предприятия в планируемый период достигал области оптимальных значений. В Эстонском филиале ИГД им. А. А. Скочинского разрабатываются варианты постановки и программа решения такой задачи. В качестве критерия выбора оптимального уровня использования производственных ресурсов принята себестоимость 1 т товарного сланца. В общем виде постановка задачи может быть представлена системой линейных уравнений и ограничений:

$$C_{\text{пр}} = f(x_1, \dots, x_n) \rightarrow \min$$

$$x_1 = f(x_2, \dots, x_n)$$

$$x_n = f(x_1, \dots, x_{n-1})$$

$$x_{1_n} \geq x_1 \geq x_{1_n}$$

$$x_{2_n} \geq x_2 \geq x_{2_n}$$

$$x_{n_n} \geq x_n \geq x_{n_n}$$

где  $C_{\text{пр}}$  — производственная себестоимость 1 т товарного сланца,  $x_1, \dots, x_n$  — комплекс факторов, определяющих основную часть изменений себестоимости,  $x_{1_n}, x_{n_n}$  — области соответственно верхних и нижних ограничений по каждому из факторов,  $n$  — число факторов, формирующих ТЭУ и принятых для описания  $C_{\text{пр}}$ .

Таким образом задача сводится к выбору для данного предприятия таких значений производственных факторов, которые приводили бы производственную себестоимость 1 т товарного сланца к ее минимальному для заданного периода времени значению.

В расчете  $K_{тэу}$  используется более ста показателей и характеристик. Из их числа отобраны наиболее сильнодействующие, представляющие каждый вид производственных ресурсов и используемые для описания себестоимости. Абсолютные значения переменных, определивших условие, когда  $C_{пр} \rightarrow \min$ , принимаются для расчета рационального уровня  $K_{тэу}$  для выбранного периода. Сравнительная оценка вариантов реализации условия  $K_{тэу} \approx K_{тэу}^{опт}$  для отдельных производственных процессов, по участкам, цехам и каждому из видов производственных ресурсов может быть рассчитана по оптимальным значениям варьи-

#### Расчет оптимального технико-экономического уровня по шахте «Эстония»

Переменные и экономические показатели	Обозначение переменных	Значения переменных		
		Граничные		Оптимальное
		min	max	
Объем добычи из очистных забоев, тыс. т/мес	$x_2$	424,68	500,0	500,0
Объем добычи из подготовительных забоев, тыс. т/мес	$x_3$	73,36	86,4	86,4
Объем откатки локомотивами, тыс. т-км	$x_4$	572,49	797,1	747,12
Число дней работы шахты в месяц	$x_5$	21,9	22,2	21,9
Численность рабочих на очистных работах, человек	$x_6$	600,0	740,0	691,4
Отработано чел.-смен рабочими на очистных и подготовительных работах, тыс. чел.-смен	$x_7$	13,1	16,4	13,1
Фонд сдельной заработной платы рабочих на очистных и подготовительных работах, тыс. руб.	$x_8$	128,78	150,0	128,78
Фонд повременной заработной платы рабочих на очистных и подготовительных работах, тыс. руб.	$x_9$	19,19	22,6	19,19
Фонд повременной заработной платы рабочих на конвейерном транспорте, тыс. руб.	$x_{10}$	4,0	20,0	4,0
Фонд заработной платы рабочих на обогащении, тыс. руб.	$x_{11}$	12,77	13,1	12,77
Средний процент выполнения нормы выработки рабочими по добыче сланца, %	$x_{12}$	115,0	130,0	125,4
Среднесуточная нагрузка на шахту, тыс. т	$x_{13}$	22,72	26,34	26,18
Среднесуточная нагрузка на забой, тыс. т	$x_{14}$	1,23	2,0	1,329
Общая протяженность транспортных штреков, тыс. м	$x_{15}$	152,6	167,55	162,04
Наличие запасов, готовых к выемке, млн. т	$x_{16}$	6,8	10,51	6,8
Производственная себестоимость 1 т товарного сланца, руб.				2,96
$K_{тэу}$				0,716

руемых переменных. В соответствии с программой оптимизации [10] из множества вариантов значений  $K_{тэу}$ , близких к оптимальному, осуществляется выбор наиболее приближенного.

В таблице приведены граничные значения переменных, определивших в заданных для них ограничениях минимальное значение производственной себестоимости 1 т товарного сланца и  $K_{тэу}^{опт}$  для шахты «Эстония».

Задачу оценки и выбора оптимального значения технико-экономического уровня предусмотрено использовать при разработке текущих планов производства сланцевых шахт и разрезов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Типовая методика разработки техпромфинплана производственного объединения (комбината), предприятия. — М., 1979.
2. Астахов А. С. Оптимальное планирование на ЭВМ в угольной промышленности. — М., 1971, с. 3—20.
3. Гурьянов В. В. Организация управления техническим уровнем производства в угольной промышленности. — Уголь, 1984, № 2, с. 39—44.
4. Методические основы количественной оценки уровня организации труда, производства и управления на предприятии / НИИтруда Государственного комитета Совета Министров СССР по вопросам труда и заработной платы. — М., 1973.
5. Методика определения экономической эффективности использования в угольной промышленности новой техники, изобретений, рационализаторских предложений. — М., 1979.
6. Устинов М. И. Выбор технологических решений при подготовке новых горизонтов и реконструкции шахт. — М., 1978, с. 26—53.
7. Тучков Е. Н., Колесников Р. Т., Устинов М. И. и др. Оценка качества проектов и технического уровня шахт. — М., 1977.
8. Петухов Р. М., Федорова Е. М., Космамбетова Р. И. Пути улучшения производства и труда на угольных шахтах. — Алма-Ата, 1970, с. 33—128.
9. Френкель А. А. Математический анализ производительности труда. — М., 1968, с. 31—40.
10. Пакет прикладных программ «Линейное программирование 2» (ППП ЛП-2). — Калинин, 1975.

Представил Э. Г. Кальювез

Поступила в редакцию  
16. 09. 1985

Эстонский филиал  
Института горного дела  
им. А. А. Скочинского  
Кохтла-Ярве

Ya. B. FRAIMAN, S. N. SEMINA

## SELECTION AND EVALUATION OF PRODUCTION LEVEL FOR OIL-SHALE MINING ENTERPRISES

Methods for selecting and evaluating production level for oil-shale mining enterprises have been tested. Experiments showed that they can be successfully used to solve a number of problems concerning oil-shale production:

- evaluation of oil-shale reserves;
- selection of an optimum plan of production;
- selection of a rational relationship between production level and a yearly plan.

A. A. Skochinsky Mining Research Institute  
Estonian Branch  
Kohtla-Järve