Министерство угольной промышленности СССР

ОРДЕНА ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
И ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ИНСТИТУТ ГОРНОГО ДЕЛА им. А.А.СКОЧИНСКОГО

Эстонский филиал

**ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ЭКОНОМИКИ
И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
(ЦНИЭИуголь)**

УТВЕРЖДАЮ

Зам. начальника Производственно-технологического управления по подземному способу добычи в западных районах СССР
ПЕТРОВ А.П.

17 февраля 1981 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО ОПТИМИЗАЦИИ ПРОГНОЗНЫХ ПЛАНОВ РАЗВИТИЯ НОВОГО ШАХТНОГО ФОНДА СЛАНЦЕДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ

МОСКВА 1981

gost.e-ecolog.ru

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

В "Основных направлениях технического развития угольной промышленности СССР на 1981-1985 гг. и до 1990 г." отмечено, что генеральным направлением технического прогресса в добыче сланца предусматривается дальнейшее сокращение трудоемкости подземных горных работ. В связи с этим основным направлением технического прогресса подземного способа добычи сланца являются развитие комплексной механизации производственных процессов и ликвидация ручной навалки сланца в очистных забоях, для чего необходимо осуществить переход на систему разработки длинными столбами с обрушением кровли, обеспечивающую повышение производительности труда в 1,4-1,5 раза и снижение потерь сланца в недрах в 2 раза. Оптимизация прогнозных планов развития позволяет экономически обоснованно подойти к выбору рациональной технологии добычи сланца для новых и реконструируемых шахт.

Основной целью разработки комплексных прогнозных планов развития сланцедобывающей отрасли является обеспечение потребностей народного хозяйства в горючем сланце в необходимом количестве и требуемого качества при минимальных трудовых и материальных затратах. Достижение этой цели связано с выбором наивыгоднейших вариантов технического развития (технологии добычи) отдельных шахт. Представляется целесообразным проводить выбор не по отдельно взятой шахте, а в целом по всей совокупности шахт-новостроек бассейна с позиции отрасли. Период прогнозирования при существующих темпах технического перевооружения и сроках строительства сланцевых шахт (составляющих с учетом освоения проектной мощности более 10-12 лет) не должен быть менее 15 лет.

Комплексная постановка задачи выбора наивыгоднейших вариантов технического развития проектируемых сланцевых шахт на ближайшие 20 лет, предлагаемая нами, осуществляется методом оптимального планирования и характеризуется следующими особенностями:

- решение принимается в итоге рассмотрения множества технологических вариантов; каждый вариант технологии на конкретной шахте на-

---

арианты от-
ссчитывает-
отражает

разный уровень производственных затрат в различных горногеологических условиях добычи сланца на новых шахтах;

- принятый критерий оптимизации учитывает народнохозяйственную эффективность анализируемых шахтовариантов;

- выбор оптимальных шахтовариантов осуществляется с позиции отрасли, для чего задаются ограничения по основным лимитируемым ресурсам (трудовым и материальным затратам).

2. ИСХОДНЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ

В сланцедобывающей отрасли в ближайшие 10-15 лет намечается существенное увеличение добычи горючего сланца, связанное с компенсацией выбывающих мощностей и строительством новой ГРЭС. В связи с этим в Прибалтийском бассейне предусматривается строительство четырех крупных шахт общей мощностью около 26 млн.т товарного сланца в год. Сооружение этих предприятий потребует привлечения значительных капитальных вложений, трудовых ресурсов и строительных мощностей.

Ближайшие пятилетки характеризуются небывалым дефицитом трудовых ресурсов в бассейне, эксплуатируемом более 60 лет. Поэтому прогноз развития шахтного фонда следует ориентировать на высокопроизводительную технологию добычи. Анализ различных вариантов техногии для условий проектируемой шахты "Куремяэ" показал, что наиболее производительной является находящаяся в стадии теоретической проработки комбайновая выемка пласта сланца одним слоем на полную мощность *), трудоемкость которой равна 310 чел. на 1 млн.т (против 420 чел. на 1 млн.т на шахте "Эстония" при существующей технологии добычи). Однако проектируемые варианты комбайновой выемки (валовая и двухслоевая) наряду с минимальной трудоемкостью имеют ряд существенных недостатков: высокую капиталоемкость, худшее качество сланца (добываемый сланец преимущественно мелкого класса). Вместе с тем в сочетании с традиционными вариантами (выемкой сланцевого пласта буровзрывным способом в камерах или камерах-лавах) они позволят решить основные вопросы по подземному способу добычи, стоящие перед сланцедобывающей отраслью, а именно: уменьшить капиталовложения, сократить численность трудящихся, снизить потери сланца в недрах, обеспечить сырьем сланцеперерабатывающие предприятия. Различные сочетания вариантов технологии выемки сланца по каждой шахте представляют собой набор альтернативных шахтовариантов. Шахтоварианты различаются как сочетанием вариантов технологии выемки, так и их долевым участием в общем объеме добычи по шахте в рамках проектной мощности (см. табл. 1).

*) в целях сокращения в дальнейшем комбайновую выемку пласта сланца одним слоем на полную мощность будем называть валовой комбайновой выемкой, а выемку двумя слоями - двухслоевой.

Возможные сочетания вариантов технологии выемки сланца

Таблица I

Возможные сочетания	Вариант технологии выемки *)	Долевое участие каждого вида технологии выемки в % к производственной мощности шахты					
Заловая комбайновая выемка	Валовая комбайновая выемка в сочетании с выемкой камерами-лавами	0	I0	20	30	40	50
Выемка камерами-лавами		I00	90	80	70	60	50
		60	70	80	90	I00	
		40	30	20	I0	0	
Валовая комбайновая выемка	Валовая комбайновая выемка в сочетании с выемкой камерами	Аналогично предыдущему					
Выемка камерами							
Двухслоевая комбайновая выемка	Двухслоевая комбайновая выемка в сочетании с выемкой камерами-лавами	То же					
Выемка камерами-лавами							
Двухслоевая комбайновая выемка	Двухслоевая комбайновая выемка в сочетании с выемкой камерами	_"_					
Выемка камерами							

*) Вместо выемки сланца камерами-лавами может быть применена разрабатываемая выемка механизированными лавами с обрушением кровли.

3. МЕТОД РЕШЕНИЯ

Задача выбора оптимальных шахтовариантов (прогнозного плана развития шахтного фонда) по группе проектируемых шахт Прибалтийского бассейна на конкретно заданный момент времени (например, на момент освоения всеми шахтами-новостройками проектной мощности) решается методом экономико-математического моделирования в два этапа. На первом этапе необходимо получить основные технико-экономические показатели (ТЭП) по шахтовариантам. На втором этапе на основе полученных ТЭП проводится выбор оптимальных шахтовариантов с учетом ограничений отраслевого уровня.

3.I. Первый этап расчета

В условиях неопределенности технических решений по комбайновой выемке и вытекающего из этого множества альтернативных шахтовариантов, технико-экономические показатели по ним определяются с помощью информационной модели. Основными вариантами комбайновой выемки, которые можно исследовать с помощью этой модели являются:

- выемка пласта сланца двумя слоями (верхний слой - комплекс

$\mathcal{D}$ - $F_в$, нижний слой - комплекс А - С с оставлением прослойки $\mathcal{D}$ /С в качестве межслоевой толщи) при помощи комбайна и крепи "Спутник" в верхнем слое и комплекса в нижнем или двумя комплексами послойно;

- валовая выемка пласта (комплекс слоев В - $F_н$) с применением комплекса;

- выемка пачек сланца А - С при помощи комплекса или комбайна и гидрофицированной крепи "Спутник".

В состав информационной модели входят уравнения для расчета элементов участковой себестоимости, трудовых затрат, стоимости основного оборудования комбайновых лав в зависимости от параметров участка (длина лавы, длина блока, нагрузка на забой) и другие. Для определения стоимости участкового оборудования используются следующие формулы, полученные с учетом предположения, что рост нагрузки на забой обеспечивается увеличением мощности оборудования и сопровождается ростом его цены:

$$Ц_к = 10 + 0{,}1675\left(\frac{60\,Q_{сут}\,W}{\gamma\, n_{см}\, t_в} + P_{под}\right) \qquad (1)$$

$$Ц_{ск} = \exp\left[4{,}30 - 8{,}21\,\frac{\ell n\left(\frac{Q_{сут}}{n_{см}\,T_{см}\,K}\right)}{Q_{сут}}\,n_{см}\,T_{см}\,K - \frac{8043}{\mathcal{L}}\right], \qquad (2)$$

где $Ц_к$ - цена комбайна, тыс.руб.;

$Ц_{ск}$ - цена скребкового конвейера, тыс.руб.;

$Q_{сут}$ - суточная нагрузка на забой, т горной массы (т г.м.);

W - энергоемкость разрушения пласта сланца, кВт.ч/м^3;

γ - объемный вес горной массы, т/м^3;

$n_{см}$ - число смен в сутки;

$t_в$ - время эффективной работы комбайна в смену (выемка сланца), мин.,

$\mathcal{L}$ - длина лавы, м;

$T_{см}$ - продолжительность смены, час;

K - коэффициент эффективного использования оборудования в течение смены.

Конкретный вид комплектной крепи в модели не задается, определяются лишь области допустимых значений ее массы и цены с учетом изменяющейся нагрузки на забой и длины лавы.

Перечень исходных данных и выходных параметров информационной модели представлен в табл. 2, 3, 4.* Источниками для получения исходных данных служат результаты геологоразведочных работ, нормативные

* Программное обеспечение дано в приложении.

Таблица 2

Переменные параметры информационной модели - C_i

Обозначение	Содержание параметра	Единица измерения	Значение параметра для шахты "Куреиэ" при валовой выемке слоев В-$Р_н$ или двухслоевой
I	2	3	4
C_I	начальная длина блока	м	600
C_2	начальная длина лавы	м	50
C_3	начальная нагрузка на забой	т г.м.	I000
C_4	число комбайнов в лаве	шт.	I; 2
C_5	число лав на участке	-"-	I; 2
C_6	число рабочих дней в году	дней	265; 300
C_7	продолжительность смены	час.	6; 7
C_8	число смен в сутки	смен	2;3;4
C_9	время нерегламентированных перерывов в работе комбайна (простои)	мин.	I0; 20
C_{I0}	индекс удорожания (и увеличения массы) применяемой механизированной крепи по сравнению с угольной М-87Э	-	I;I,5;2;3;4
C_{II}	энергоемкость разрушения комплекса пород сланца	кВт.ч/м^3	I,4;2;2,5
C_{I2}	установленная мощность электродвигателей (в сутки)	кВт./т г.м.	0,476
C_{I3}	коэффициент для расчета максимальной нагрузки на очистной забой	-	I,4
n	число разрабатываемых слоев сланцевого пласта	-	I;2
k	число механизированных комплексов в каждой из лав	-	0;I;2
$\mathcal{K}$	вид внутришахтного транспорта	-	0 - локомотивный I - конвейерный
t	стоимость дополнительного оборудования (пусковая аппаратура и др.) участка	руб.	см. табл.3
C_{I4}	годовой объем добычи при комбайновой технологии	т.г.м	9000000
C_{I5}	доля обогащаемой горной массы (г.м.) в общей добыче при комбайновой технологии		0,3I
C_{I6}	стоимость использованного взрывчатого вещества при комбайновой технологии	руб.	I83456
C_{I7}	глубина разработки при комбайновой технологии	м	65
C_{I8}	среднее расстояние транспортирования горной массы при комб. технологии	км	5,8
C_{I9}	доля рабочих машин и оборудования в общей сумме затрат по очистным и подготовительным забоям при комбайновой добыче		0,3
C_{20}	сметная стоимость строительства новой шахты с обогащ. (+6 мм) (без оборудования обогатительной фабрики и общешахтного)	руб.	9966I650
C_{2I}	стоимость товарной продукции при комбайновой технологии	руб./т г.м.	валов. 2,27 двухсл. 2,I8

Продолжение таблицы 2

I	2	3	4
C_{22}	потонная ставка	руб./т г.м.	0,06
C_{23}	разница в потерях сланца при комбайновой выемке по сравнению с камерной		0,08
C_{24}	участковые приведенные затраты при камерной системе разработки	руб./т г.м.	I,2
C_{25}	годовой объем добычи при камерной технологии	т г.м.	0
C_{26}	суточная нагрузка на забой при камерной технологии	т г.м.	2720
C_{27}	стоимость товарной продукции при камерной технологии	руб./т г.м.	2,07
C_{28}	доля обогащаемой горной массы в общей добыче при камерной системе разработки		0,60
C_{29}	среднее расстояние транспортирования горной массы при камерной системе	км	5,8
C_{30}	стоимость использованного взрывчатого вещества при камерной системе	руб.	0
C_{3I}	сметная стоимость строительства шахты с учетом двух технологий и обогащения (без оборудования обогатительной фабрики и общешахтного)	руб.	0
C_{32}	стоимость оборудования одного камерного блока (с проходкой)	руб.	643000
C_{33}	участковая себестоимость при камерной системе разработки (с проходкой)	руб./т г.м.	I,0I
C_{34}	выход крупного класса при камерной технологии		0,20
C_{35}	выход крупного класса при комбайновой технологии		0
C_{36}	коэффициент приведения суммы капитальных вложений (общешахтное оборудование) к I999 г.		2,26
C_{37}	коэффициент приведения суммы капитальных вложений к I999 г. (строительно-монтажные работы)		2,57
C_{38}	стоимость оборудования для обогащения при комбайновой добыче	руб.	5950400
C_{39}	стоимость оборудования для обогащения при совместной технологии	руб.	5950400
C_{40}	коэффициент, учитывающий численность трудящихся (рабочих и ИТР) на проходке при комбайновой добыче		I,3
C_{4I}	коэффициент, учитывающий численность трудящихся на проходке при камерной технологии		I,3
C_{42}	списочная численность трудящихся на общешахтных процессах, включая обогащение	чел.	II68
C_{43}	списочная численность промышленно-производственного персонала участка очистных работ при камерной системе разработки	чел.	5I
C_{44}	-"-		0
C_{45}	коэффициент приведения стоимости участкового оборудования к I999 г.		2,43
C_{46}	стоимость общешахтного оборудования	руб.	2267I700
C_{47}	коэффициент, учитывающий добычу из подготовительных забоев		I,I5

Таблица 3

Условно-постоянные параметры информационной модели - a_i

Обозначение i	Содержание параметра	Единица измерения	Значение параметра для шахты "Куремяе" при двухслоевой выемке	Значение параметра для шахты "Куремяе" при валовой выемке слоев B-$F_н$
I	2	3	4	5
I	максимальная производительность ленточного конвейера	т/час.	500	500
2	вынимаемая мощность пласта нижнего слоя (н.с.) с комплексом	м	I,40	2,25
3	производительность пласта нижнего слоя с комплексом (н.с.)	т/м^2	2,50	4,I0
4	предельная длина ленточного конвейера	м	600	600
5	вынимаемая мощность пласта верхнего слоя (в.с.)	м	I,28	0
6	производительность пласта (в.с.)	т/м^2	2,38	0
7	ширина транспортного и вентиляционного штреков	м	4	4
8	шаг установки секций крепи "Спутник"	м	0,9	0
9	производительность пласта на штреках	т/м^2	4,92	4,92
I0	шаг установки секций крепи комплекса	м	0,9	0,9
II	производительность пласта разрезных выработок (в.с.)	т/м^2	3,7	0
I2	объемный вес горной массы	т/м^3	I,8	I,82
I3	производительность пласта разрезных выработок (н.с.)	т/м^2	2,52	0
I4	длина сбоек между откаточным и вентиляционным штреками	м	77	77
I5	длина сбоек у панельных штреков	м	I2	I2
I6	энергоемкость разрушения пласта А-С или B-$F_н$	кВт.ч/м^3	I,4	2,5
I7	производительность пласта на сбойках	т/м^2	4,92	4,92
I8	энергоемкость разрушения пласта D -$F_в$	кВт. ч/м^3	2	0
I9	производительность пласта откаточных штреков	т/м^2	5,52	5,52
20	энергоемкость разрушения пласта B-$F_н$	кВт. ч/м^3	2,5	2,5
2I	производительность пласта вентиляционного штрека	т/м^2	4,92	4,92
22	ширина сбоек, откаточного штрека, разрезных выработок верхн. и нижн. слоев	м	5	5
23	стоимость проходки I п.м панельного откаточного штрека при высоте 3,3 м	руб./м	38,2I	38,2I
24	-"- вентиляционного штрека при высоте 2,84 м	руб./м	36,36	36,24
25	-"- сбоек при высоте 2,84 м	руб./м	28,I8	28,I8
26	-"- разрезных выработок н.с. при высоте I,45 м	руб./м	2I,64	-
27	-"- разрезных выработок в.с. при высоте I,92 м	руб./м	25,48	28,24
28	-"- транспортного и вентиляционного штреков при высоте 2,84 м	руб./м	28,24	28,24
29	стоимость конвейерной ленты на I п.м конвейера	руб./м	80	80
30	коэффициент запаса ленты	-	I,5	I,5
3I	трудоемкость монтажа-демонтажа комбайна	чел.см/т	I,6	I,6
32	масса комбайна	т	I6	I6
33	масса постоянной части скребкового конвейера (приводная и натяжная головки) - для варианта с крепью "Спутник"	т	4	-
34	масса переменной части -"- (линейные рештаки с навесным оборудованием и скребковые цепи)	т/м	0,I97	

Продолжение таблицы 3

I	2	3	4	5
35	трудоемкость монтажа-демонтажа скребкового конвейера	чел.см/т	2	2
36	масса постоянной части крепи "Спутник" (насосные станции и крепи сопряжения)	т	5,25	-
37	масса переменной части -"- (секции гидрофицированной посадочной крепи)	т/м	0,268	-
38	масса постоянной части ленточного конвейера (приводные и натяжные головки)	т	8,59	8,59
39	масса переменной части -"- (став конвейера)	т/м	0,073	0,073
40	трудоемкость монтажа-демонтажа -"-	чел.см/т	I,9	I,9
4I	масса призабойных стоек на I п.м длины лавы	т/м	0,433	-
42	трудоемкость монтажа-демонтажа призабойных стоек	чел.см/т	I,8	-
43	средняя тарифная ставка монтажной бригады	руб./см	7,7	7,7
44	коэффициент доплат машиниста шахтных установок, слесарей	-	I,85	I,6
45	стоимость монтажа-демонтажа прочего оборудования для крепи "Спутник"	руб.	I580	-
46	масса постоянной части скребкового конвейера - для варианта с крепью М-87Э	т	6,III	6,III
47	масса переменной части -"-	т/м	0,432	0,432
48	масса постоянной части крепи М-87Э (насосные станции и крепи сопряжений)	т	75,9	75,9
49	масса переменной части -"- (секции механизированной крепи)	т/м	I,82I	I,82I
50	стоимость монтажа-демонтажа прочего оборудования комплекса	руб.	2470	2470
5I	расход призабойных стоек на I п.м длины лавы	шт./м	I,II	-
52	цена I призабойной стойки	руб.	48,37	-
53	норма расхода лесных материалов для в.с.	$м^3$/т г.м.	0,00I2I	-
54	норма расхода зубков	шт/т г.м.	0,03045	-
55	норма расхода эмульсии (присадки)	т/т г.м.	0,000017	-
56	норма расхода горючесмазочных материалов (ГСМ)	т/т г.м.	0,000078	-
57	суточный расход запасных частей	руб./т г.м.	0,043	-
58	суточный расход прочих и малоценных материалов	руб.	4,32	-
59	суточный расход кабеля	руб.	29	-
60	цена лесных материалов	руб./$м^3$	20,8	20,8
6I	цена зубков	руб.шт.	2,6	4
62	цена эмульсии	руб./т	400	400
63	цена ГСМ	руб./т	I55	I55
64	норма расхода лесных материалов для н.с.	$м^3$/т г.м.	0,0004	0,0004
65	норма расхода зубков	шт./т г.м.	0,03	0,03
66	норма расхода эмульсии	т/т г.м.	0,000017	0,000017
67	норма расхода горючесмазочных материалов	т/т г.м.	0,000078	0,000078
68	суточный расход запасных частей	руб./т г.м.	0,043	0,043
69	-"- прочих и малоценных материалов	руб./т г.м.	4,88	4,88
70	-"- кабеля	руб.	32,6	32,6
7I	стоимость постоянной части ленточного конвейера КЛЗ-500	руб.	5I70	5I70
72	-"- переменной части -"-	руб./м	I7	I7
73	коэффициент резерва ленточного конвейера КЛЗ-500		I,II	I,II
74	время замены одного состава	мин.	5	5
75	грузоподъемность I состава	т гм.	70	70
76	цена насосной станции	руб.	6300	6300
77	стоимость секции крепи "Спутник" на I п.м.	руб.м	278	-

Продолжение таблицы 3

I	2	3	4	5
78	расстояние между слоевыми лавами	м	90	-
79	цена магнитной станции	руб.	6000	6000
80	стоимость секций крепи комплекса на I п.м.	руб./м	I453	I453
8I	коэффициент резерва скребкового конвейера и крепи		I,25	I,25
82	удельный расход стоек ГВС на I п.м. длины штрека	стоек/м	6	-
83	цена одной стойки ГВС	руб.	63	-
84	коэффициент резерва стоек		I,30	-
85	коэффициент резерва комбайна		I,54	I,54
86	стоимость дополнительного оборудования для комплекса	руб.	53I08	53I08
87	-"- для крепи "Спутник"	руб.	2579I	-
88	годовая норма амортизационных отчислений на комбайн	-	0,36	0,36
89	годовая норма амортизационных отчислений на скребковый конвейер	-	0,294	0,294
90	-"- на крепь	-	0,343	0,343
9I	-"- на ленточный конвейер КЛЗ-500	-	0,I08	0,I08
92	-"- на стойки ГВС	-	0,383	0,383
93	среднегодовая норма амортизации дополнительного оборудования	-	0,280	0,280
94	приведенная стоимость кВт.ч	руб./кВт.ч	0,0208	0,0208
95	норма на передвижение стоек ГВС	ст./чел.	II9	-
96	-	-	0	0
97	-	-	0	0
98	коэффициент доплат к заработной плате для ГРОЗ, машинистов комбайна и их помошников	-	2,I9	2,I9
99	число электрослесарей III разряда	чел.	2	2
I00	-"- IУ разряда	чел.	2	2
I0I	-"- У разряда	чел.	2	2
I02	число такелажников	чел.	2	2
I03	коэффициент доплат к заработной плате инженерно-технических работников	-	I,94	I,94
I04	затраты на проходку	руб.	72000	72000
I05	нормативный коэффициент экономической эффективности новой техники	-	0,I5	0,I5

Таблица 4

Выходные параметры модели - x_i

Значение	Содержание параметра	Единица измерения
X_1	Добыча из очистного забоя	т г.м
X_2	добыча из блока (очистная и из проходки)	т г.м.
X_3	затраты на проходку и стоимость конвейерной ленты	руб.
X_4	стоимость монтажа-демонтажа очистного оборудования	руб.
X_5	стоимость материалов	руб.
X_6	расчетная цена ленточного конвейера	руб.
X_7	расчетная цена скребкового конвейера	руб.
X_8	время эффективной работы комбайна в смену (выемка)	мин.
X_9	коэффициент эффективного использования загрузки оборудования	-
X_{10}	расчетная цена комбайна	руб.
X_{11}	расчетная цена крепи	руб.
X_{12}	затраты на крепь	руб.
X_{13}	-"- на призабойные стойки	руб.
X_{14}	-"- на скребковый конвейер	руб.
X_{15}	-"- на комбайн	руб.
X_{16}	суммарные затраты на оборудование по очистным работам (без проходки)	руб.
X_{17}	заработная плата с начислениями с учетом ИТР	руб.
X_{18}	численность ГРОЗ, занятых передвижкой мехкрепи	чел.
X_{19}	заработная плата переменного штата работников	руб.
X_{20}	суммарные текущие издержки	руб.
X_{21}	затраты на очистную добычу	руб./т г.м.
X_{22}	участковые приведенные затраты	руб./т г.м.
X_{23}	производительность труда рабочего по очистной добыче на выход	т г.м./чел.
X_{24}	численность рабочих участка (без проходки)	чел.
X_{25}	мощность двигателя комбайна (при двухслоевой выемке - двух комбайнов)	кВт.
X_{26}	скорость подачи комбайна	м/мин.
X_{27}	стоимость оборудования по очистным и подготовительным работам на шахте при комбайновой добыче (1999 г.)	руб.
X_{28}	себестоимость по общешахтным процессам	руб./т г.м.
X_{29}	приведенные затраты при комбайновой добыче	руб./руб.
X_{30}	приведенные затраты при совместной технологии	руб./руб.
X_{31}	общая сумма капитальных вложений по шахте при комбайновой добыче (1999 г.)	руб.
X_{32}	списочная численность по шахте при комбайновой добыче	чел. ППП
X_{33}	месячная производительность труда по шахте в расчете на I чел. ППП по добыче при комбайновой выемке	т г.м./чел.
X_{34}	производственная себестоимость по шахте при комбайновой выемке	руб./т г.м.
X_{35}	годовой объем добычи сланца крупного класса при комбайновой выемке	т
X_{36}	общая сумма капитальных вложений по шахте при совместной технологии, приведенная на начало 1999 г.	руб.
X_{37}	производственная себестоимость по шахте при совместной технологии	руб./т г.м.
X_{38}	списочная численность по шахте при совместной технологии	чел. ППП
X_{39}	месячная производительность труда I ППП	т г.м./чел.
X_{40}	годовой объем добычи сланца крупного класса при совместной технологии	т

справочники [I,2,3,4,5], материалы шахтной отчетности, разработки проектных институтов и дополнительные расчеты.

Программой информационной модели предусмотрено автоматическое (шаговое) изменение ряда варьируемых параметров: среднесуточной нагрузки на забой (H), длины лавы (л), длины блока (б), числа комплектов крепи "Спутник" или комплексов (м) в зависимости от его длины.

В число входных параметров информационной модели входят технико-экономические показатели (ТЭП) шахтовариантов, рассчитанные как средневзвешенные величины в зависимости от сочетания вариантов технологии выемки пласта. Участковые затраты по комбайновой выемке определяются с учетом подготовительных работ. Для определения ТЭП комбайновой выемки на уровне шахты используется формула (3) для определения общешахтных затрат:

$$З = 8I0000+0,2x_I+0,44x_2+0,38x_3+6I00x_4+0,034x_5+0,I07x_6 \qquad (3)$$

где З - сумма общешахтных затрат, руб.;

x_I - добыча горной массы, т;

x_2 - обогатимая часть горной массы, т;

x_3 - стоимость использования взрывчатого вещества, руб.;

x_4 - глубина разработки, м;

x_5 - объем грузоперевозок горной массы, ткм;

x_6 - стоимость рабочих машин и оборудования, руб.

В группу технико-экономических показателей шахтовариантов, выдаваемых информационной моделью, входят: численность промышленно-производственного персонала по шахте, месячная производительность его труда, объем добычи технологического сланца, сумма капитальных вложений, приведенные затраты в расчете на рубль товарной продукции.

В состав приведенных затрат входят издержки производства на уровне участков и на уровне шахты с учетом затрат на обогащение, капитальные вложения на уровне участков и на строительство шахты (в расчете на одну тонну горной массы).

Капитальные вложения, как выходной параметр, рассчитываются в модели на момент времени α - на год освоения всеми шахтами-новостройками проектной мощности. Дисконтирование капиталовложений выполняется с помощью коэффициента приведения, определяемого по формуле:

$$B_\theta = \left(1 + E_{нп}\right)^{\alpha-\theta} \qquad (4)$$

где α - год, к которому приводятся затраты;

θ - год осуществления затрат;

$E_{нп}$ - норматив для приведения разновременных затрат.

Согласно "Отраслевой инструкции определения экономической эффек-

тивности капитальных вложений в угольной промышленности" [5]
$E_{нп} = 0,08$.

Суммарные капитальные вложения на строительство шахт-новостроек определяются по формуле:

$$КВ_{пр} = \sum_{\theta} КВ_{\theta} В_{\theta} = \frac{\sum_{\theta} КВ \cdot В_{\theta} \cdot \Delta_{\theta}}{100} = КВ \frac{\sum_{\theta} В_{\theta} \Delta_{\theta}}{100} \qquad (5)$$

где $КВ_{пр}$ - капиталовложения, приведенные на год α, руб.;

$КВ_{\theta}$ - капиталовложения θ-го года, руб.;

$В_{\theta}$ - коэффициент приведения;

$КВ$ - сметная стоимость строительства шахты;

Δ_{θ} - процент распределения капиталовложений по годам строительства.

$КВ$ и Δ_{θ} берутся по данным проектной организации.

Для упрощения структуры модели сомножитель уравнения (5) в виде коэффициента

$$\mathcal{Z} = \frac{\sum_{\theta} В_{\theta} \Delta_{\theta}}{100}$$

рассчитывается вне модели и заносится в исходные данные. Его расчет следует проводить по каждой проектируемой шахте для капиталовложений на строительно-монтажные работы (СМР), общешахтное и отдельно участковое оборудование.

Исходные данные по общешахтной численности, общешахтным затратам на оборудование и СМР по шахтам-новостройкам принимаются согласно проработок проектных организаций.

3.2. Второй этап расчета

На втором этапе проводится выбор оптимальных шахтовариантов для группы проектируемых шахт с учетом ограничений отраслевого уровня.

В качестве основного критерия для выбора наивыгоднейших шахтовариантов берется показатель приведенных затрат, минимизируемый при решении.

В качестве дополнительных критериев выбрана себестоимость горной массы и производительность труда промышленно-производственного персонала.

В систему ограничений введены: суммарные приведенные во времени капитальные вложения (лимит приведенных во времени капиталовложений)*;

---

*) если оптимизация проводится по дополнительным критериям.

численность промышленно-производственного персонала, добыча технологического сланца.

Для определения области устойчивого решения производится варьирование значений ограничений в разумно-допустимом интервале. В неопределенной ситуации, когда нет конкретных цифр, в качестве двух первых ограничений принимаются такие их значения, которые соответствуют варианту принятия на всех шахтах либо существующих систем разработки (I), либо более прогрессивных с комбайновой выемкой сланцевого пласта (П).

Выбор оптимальных шахтовариантов осуществляется на ЭВМ методом линейного программирования по стандартному пакету прикладных программ.

Математическая запись модели оптимизации имеет вид:

Целевая функция

$$\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} ПЗ_{ij}\ x_{ij} \sim min \qquad (6)$$

Система ограничений

$$\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} D_{ij}^{кр}\ x_{ij} \geq D^{кр} \qquad (7)$$

$$\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} K_{ij}\ x_{ij} \leq K_{I} \div K_{II} \qquad (8)$$

$$\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} Ч_{ij}\ x_{ij} \leq Ч_{I} \div Ч_{II} \qquad (9)$$

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^{n} x_{ij} = 1 & i = 1, 2, \ldots, m \\ \ldots \\ \sum_{j=1}^{n} x_{mj} = 1 & j = 1, 2, \ldots, n \end{cases}, \qquad (10)$$

где $ПЗ_{ij}$, $D_{ij}^{кр}$, K_{ij}, $Ч_{ij}$ - соответственно приведенные затраты (руб./руб. товарной продукции), добыча технологического сланца (т товарного сланца), капитальные вложения (млн.руб.), численность промышленно-производственного персонала (чел.) по i-ой шахте при j-ом сочетании вариантов технологии (j = 0, I, 2, ..., I0, что соответствует 0, I0, 20, ..., I00% комбайновой выемки);

K_{I}, K_{II} - варианты лимита капиталовложений, млн.руб.;

$Ч_{I}, Ч_{II}$ - варианты ограничений по численности промышленно-производственного персонала, чел.;

$D_{кр}$ - ограничение по добыче сланца крупного класса, млн.т;

x_{ij} - символ шахтоварианта, предусматривающего выполнения j -го сочетания вариантов технологии на i -ой шахте. В ходе решения x_{ij} принимает одно из двух значений: I - шахтовариант принят к осуществлению, 0 - шахтовариант отвергнут.

Условие (I0) означает осуществление на каждой шахте-новостройке только одного шахтоварианта.

В итоге решения получаем оптимальный прогнозный план развития проектируемого шахтного фонда в сланцедобывающей отрасли.

4. ПРИМЕР

Генеральной схемой развития Прибалтийского бассейна намечается строительство четырех крупных шахт, предполагаемые условные наименования, сроки строительства и проектные мощности которых приводятся в табл. 5.

Таблица 5

Сроки строительства новых шахт

№ п/п	Шахты	Срок строительства	Проектная мощность (млн.тонн горной массы в год)
I.	Кировская	I982-I989	9,0
2.	Куремяэ	I982-I988	9,0
3.	Пермискюла	I985-I99I	9,0
4.	Новая Кивиыли	I987-I993	9,0

Новые шахтные поля располагаются в южной части Прибалтийского сланцевого бассейна и характеризуются горногеологическими параметрами, перечисленными в табл. 6.

Таблица 6

Горногеологические параметры проектируемых шахт

№ п/п	Шахты	Средняя глубина залегания, м	Мощность пласта, м	Теплота сгорания горной массы, ккал/кг	Производительность пласта, т г.м./м^2
I	2	3	4	5	6
I. Кировская					
в т.ч. по слоям					
ложная кровля-Ш		65	I,97	I740	3,73
I-Ш		65	I,70	I9I0	3,I3

Продолжение таблицы 6

I	2	3	4	5	6
2.	Пермискюла	80	2,00	I850	3,73
3.	Новая Кивиыли	50	I,9I	2020	3,48
4.	Куремяэ				
	в т.ч. по слоям				
	А - $F_н$	65	2,69	I860	5,0I
	В - $F_н$	65	2,25	2030	4,II
	А-С-D-$F_в$	65	I,40-I,28	20I0	4,88

С учетом горногеологических параметров и показателей технологического баланса обогащения для оптимизации предлагаются следующие шахтоварианты (табл.7).

Таблица 7

Оптимизируемые шахтоварианты

Шахты	Вариант			
I - Кировская	Камеры-лавы - валовая с учетом реализации щебня		Камеры-лавы - валовая без учета реализации щебня	
П - Куремяэ	Камеры-лавы - двухслоевая	Камеры-лавы - валовая	Камеры - двухслоевая	Камеры-валовая
Ш - Пермискюла	Камеры-лавы - валовая			
IУ- Новая Кивиыли	Камеры-лавы - валовая			

Исходные данные для информационной модели представлены в табл. 2-4.

По полученным результатам информационной модели составляется таблица исходных данных для второго этапа расчета, общий вид которой иллюстрирует табл. 8. Исходные данные в табл. 8 заполняются при нагрузке на забой для комбайновой выемки, изменяющейся от 2000 до 3500 т г.м. с шагом 500 т г.м., длине блока - от 600 до I200 м с шагом 600 м, доли комбайновой выемки - от 0 до I00% с шагом I0%. В качестве данных для заполнения строк "Доля комбайновой выемки - 0%" заносятся X_{4I}, X_{42}, X_{43}, X_{44}, X_{45}, X_{46}; строк "Доля комбайновой выемки - I0% ÷ 90% - X_{30}, X_{36}, X_{37}, X_{38}, X_{39}, X_{40}; строк "Доля комбайновой выемки - I00%" - X_{29}, X_{3I}, X_{34}, X_{32}, X_{33}, X_{35}.

Нулевой вариант описывает технико-экономические показатели ка-

Таблица 8

Бланк для заполнения исходных данных для модели оптимизации

Показатели						Значения по шахтовариантам							
Доля комбайновой выемки, %	Длина блока, м	Длина лавы, м	Нагрузка на забой, т г.м.	Шифр	Обозначение	(м. "Куремяз")				(м. "Кировская")		("Пермяковская")	("Новая Кивимяки")
						камеры – двухслоевая	камеры – валовая	камеры – лавы – двухслоевая	камеры – лавы – валовая	камеры – лавы – валовая со щебнем	камеры – лавы – валовая без щебня	камеры – лавы – валовая	камеры – лавы – валовая
						КДД	КДВ	КДД	КДВ	КСЩ	КБЩ	ПКР	НОК
0	согласно технологических схем			ПЗ	X_{41}								
				КВ	X_{42}								
				СБ	X_{43}								
				ЧИС	X_{44}								
				ПТ	X_{45}								
				ДОБ	X_{46}								
10	600	50	2000	ПЗ	X_{30}								
				КВ	X_{36}								
				СБ	X_{37}								
				ЧИС	X_{38}								
				ПТ	X_{39}								
				ДОБ	X_{40}								
.....													
		50	2500	ПЗ	X_{30}								
				КВ	X_{36}								
				СБ	X_{37}								
				ЧИС	X_{38}								
				ПТ	X_{39}								
				ДОБ	X_{40}								
.....													
		100	2000	ПЗ	X_{30}								
				КВ	X_{36}								
				СБ	X_{37}								
				ЧИС	X_{38}								
				ПТ	X_{39}								
				ДОБ	X_{40}								
.....													
	1200	50	2000	ПЗ	X_{30}								
				КВ	X_{36}								
				СБ	X_{37}								
				ЧИС	X_{38}								
				ПТ	X_{39}								
				ДОБ	X_{40}								
.....													
100	600	50	2000	ПЗ	X_{29}								
				КВ	X_{31}								
				СБ	X_{34}								
				ЧИС	X_{32}								
				ПТ	X_{33}								
				ДОБ	X_{35}								

мер со столбчатыми целиками и камер-лав при существующей длине блока, длине лавы и нагрузке на забой. Вместо них можно анализировать и любую другую конкурирующую технологию выемки сланца. Вместо комбайновой выемки по данной методике в перспективе можно исследовать возможности применения струговой выемки.

Перфорация исходных данных для модели оптимизации осуществляется при помощи специально разработанного шифра, например, себестоимость по шахтовариантам представляется следующим образом

```
СБ ЮД  0  Н1
СБ ЮД 10  Н1
СБ ЮД 10  Н2
СБ ЮД 10  Н3
СБ ЮД 10  Н4
СБ ЮД 20  Н1
.............
СБ ЮД 100 Н4
```

где СБ - себестоимость 1 т г.м., руб. (вместо СБ могут быть: КВ - сумма капитальных вложений, приведенных во времени, млн.руб.; ПЗ - приведенные затраты, руб./руб. товарной продукции; ЧИС - численность ППП, чел.; ПТ - производительность их труда, т г. м/чел. в месяц; ДОБ - объем добычи технологического сланца, млн.т); ЮД - шифр шахтоварианта; 0, 10, 20, ..., 100 - доля комбайновой выемки, %; Н1 - нагрузка на забой, равная 2000 т г.м. (соответственно Н2 = 2500; Н3 = 3000; Н4 = 3500 т г.м.).

Подготовив таким образом исходную информацию и задав целевую функцию с системой ограничений (согласно инструкции стандартного пакета по линейному программированию), приступаем к решению задачи на ЭВМ.

В качестве целевой функции минимизируем показатель приведенных затрат в расчете на рубль товарной продукции в следующей системе ограничений:

а) по численности трудящихся в целом по всем шахтам-новостройкам

$$ЧИС \leq 7000; 8000; 9000; 10000 \text{ чел.}$$

б) по добыче технологического сланца в целом по всем шахтам - новостройкам

$$ДОБ \geq 0; 1; 2; 3; 4; 5 \text{ млн.т.}$$

С целью наиболее обоснованного выбора рационального шахтоварианта на втором этапе расчета в качестве целевых функций можно принимать показатели себестоимости, производительности труда, капитальных вложений.

В результате оптимизации по критерию приведенных затрат, учитывающему комплексное использование сланца, получаем распечатку следующего вида (табл. 9).

Таблица 9

Пример распечатки выходных параметров модели оптимизации

Перемен ная	Значение в решении	Верхняя граница	Оптимальный шахтовариант: Переменные на границе допустимой области		Страница: значение коэффициента	Прогс
Тип	Коэффициент в целевой функции	Нижняя граница	Оценка при един. увеличении	Верхнее критическое значение	значение коэффициента	
			Оценка при един. уменьшении	Нижнее критическое значение		
ПЗ	I0,9I2			I0,9I2		
B*	-I,0	0,0		I0,9I2		
НОКIООН4	I,0			I,0	2,3I2	
B*	2,30I	0,0	0,0I0	-I,464		
ПЕРОНI	I,0			I,0	2,889	
B*	2,889	0,0	0,0			
КСЩОНI	I,0			I,0	2,9I7	
B*	2,9I7	0,0	0,0			
КЛДОНI	I,0			I,0	2,805	
B*	2,805	0,0	0,0		-0,00I	
ЧИС	9553,0	I0000	0,00I	I0257,0	0,00I	
B*	0,0	0,0	0,00I	8986,6	-0,023	
ДОБ	5,I30		0,023	6,I54	0,04I	
B*	0,0	4,0	0,04I	4,482		

В табл. 9 иллюстрируется экономически обоснованное соотношение вариантов технологии выемки сланца, когда ограничение по численности трудящихся задано не очень "жестко" и равно в сумме по четырем шахтам-новостройкам I0000 чел. При этом в оптимальный план вошли следующие шахтоварианты:

1. по шахте "Куремяэ" - камеры-лавы,
2. по шахте "Кировская" - камеры-лавы с учетом реализации щебня,
3. по шахте "Пермискюла" - камеры-лавы,
4. по шахте "Новая Кивиыли" - валовая комбайновая выемка при Н = 3500 т г.м.

В этом случае приведенные затраты в среднем на одну шахту равны I0,9I4 : 4 = 2,73 руб./руб. товарной продукции, суммарная численность ППП - 9553 чел., объем добычи технологического сланца

(крупностью 25-125 мм) за счет четырех новых шахт 5,13 млн.т, технологические потери - 18% *), теплота сгорания энергетического сланца $Q_б^c$ - 2576 ккал/кг (или 10,79 МДж/кг)*).

При усилении требования к экономии трудовых ресурсов (например, ограничение по численности равно 8000 чел.) в оптимальный план войдут другие шахтоварианты:

1. по шахте "Куремяэ" - камеры со столбчатыми целиками;
2. по шахте "Кировская" - 41% добычи по шахте будет обеспечен за счет камер-лав и 59% - за счет комбайновой валовой выемки при Н = 3000 т г.м. с учетом реализации щебня;
3. по шахте "Пермискюла" - комбайновая валовая выемка;
4. по шахте "Новая Кивиыли" - комбайновая валовая выемка.

В данном случае приведенные затраты в среднем за одну шахту составят 2,86 руб./руб. товарной продукции, численность трудящихся - 8000 чел., объем добычи технологического сланца - 2,5 млн.т, технологические потери - 12,2%, теплота сгорания энергетического сланца - 2523 ккал/кг (или 10,57 МДж/кг).

Возможности модели позволяют аналогичным образом получить оптимальный план при любом наборе шахтовариантов, при любых задаваемых ограничениях и целевой функции из числа перечисленных. Это способствует экономически более обоснованному выбору плана развития нового шахтного фонда сланцедобывающей отрасли.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Единые нормы выработки для сланцевых шахт. Очистные работы и доставка деревянной крепи. М., 1973, с. 45-47.
2. Единые нормы выработки для сланцевых шахт. Очистные работы. М., 1974, с. 3-6.
3. Нормы амортизационных отчислений по основным фондам народного хозяйства СССР и положение о порядке планирования, начисления и использования амортизационных отчислений в народном хозяйстве. М., "Экономика", 1974, 139 с.
4. Методика определения экономической эффективности использования в угольной промышленности новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. М., ЦНИЭИуголь, 1979, 121 с.
5. Отраслевая инструкция определения экономической эффективности капитальных вложений в угольной промышленности. М., ЦНИЭИуголь, 1975, 51 с.

*) рассчитываются по результатам табл. 9.

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИНФОРМАЦИОННОГО ХАРАКТЕРА

```
0001        DIMENSION A(120),C(50),X(50)
0002        INTEGER*2Q,B,M,L,H,N,K,P,S,F,R
0003        REAL*4W,Z,O,A*8,X*8,T*8,C*8
0004    10  FORMAT (I3,I2)
0005    20  FORMAT (6F12.6)
0006    30  FORMAT (6F12.2)
0007    40  FORMAT (3I1,I3,F5.2)
0008    41  FORMAT (I2)
0009    36  READ (1,41) KOLW
0010        READ (1,10) KOLA,KOLC
0011    42  READ (1,20) (A(I),I=1,KOLA)
0012        READ (1,30) (C(I),I=1,KOLC)
0013        READ (1,40) N,K,P,F
0014        O=1.0
0015        Q=1
0016        S=0
0017        WRITE (3,45) N,K,P,F,A(2)
0018    45  FORMAT (' ',T40,'N=',I1,' K=',I1,' P=',I1,' ПРОЦЕНТ
           1 КОМБАЙНОВОЙ ДОБЫЧИ =',I3,' A(2)=',F5.2)
0019        DO 120 B=600,1200,300
0020        WRITE (3,99) B
0021    99  FORMAT ('0',T50,' ДЛИНА БЛОКА B=',I4)
0022        DO 110 L=50,150,50
0023        WRITE (3,80) L
0024    80  FORMAT (' ',T50,' ДЛИНА ЛАВЫ L=',I3)
0025        O=L
0026        M=1
0027        DO 100 R=1500,3500,500
0028        WRITE (3,70) R
0029    70  FORMAT (' ',T50,' НАГРУЗКА  R=',I4)
0030        H=R
0031        T=A(86)
0032        H=H*C(13)
0033        IF (P.NE.1) GO TO 60
            C                ТРАНСПОРТ - КОНВЕЙЕРНЫЙ
0034        X(8)=(54*C(7)-0.89*C(9)-13.4)/1.79
0035    50  X(9)=X(8)/(60*C(7))
0036        IF (N.NE.1) GO TO 150
0037        IF (K.EQ.0) GO TO 160
0038   150  W=H*A(5)/(A(2)*A(5))
0039        Z=H-W
            C                ВАЛОВАЯ ВЫЕМКА
0040        X(1)=L*A(3)*(B-42)
0041        X(4)=14.32*(1.6*A(32)*C(4)*C(5)*2*C(5)*(A(46)*L*A(47))*2*C(19)*
           1C(10)*(M*A(48)+L*A(49))+1.9*(Q*A(38)+B*A(39)+1.8*L*A(41))+A(36)
0042        X(5)=Z*(A(60)*A(64)+A(61)*A(65)+A(62)*A(66)+A(63)*A(67)+A(68)/
           1C(13)+A(69)+A(70)
0043        X(11)=C(10)*(M*A(76)+L*A(80)+M*A(79))
0044        X(18)=C(6)*(5.27+1.95*DLOG(Z/(0.63*A(2)*A(12)*C(5)*C(8)*X(50)+
           10.000*L*ALOG(O)-2*C(4)*C(5)
0045        S=X(18)
0046        X(19)=A(98)*(28.416*C(4)*C(5)*C(8)+9.333*X(18))+92
0047        X(17)=1.89*((0.089*(239*C(8)+975)+7.233*A(44)*(A(102)+C(8)+0+
           1X(19))
0048        X(24)=X(18)+2*C(4)*C(5)*C(8)+C(8)+9
0049        X(7)=1000*DEXP(4.30-(8.21*(DLOG(Z/(C(5)*C(7)*C(8)*X(9)))*(C(5)*
           1C(7)*C(8)*X(9)))/Z)-80.43/L)
0050        X(10)=1000*(10+0.1675*((60*A(16)*Z/(C(5)*C(8)*A(12)*X(8)+30)))
0051        X(25)=(X(10)/1000-10)/0.1675
0052        X(26)=Z/(0.63*C(5)*C(8)*A(2)*A(12)*X(8))
0053        IF (K.EQ.1) GO TO 210
0054        IF (K.EQ.1) GO TO 220
```

```
C                 КОМПЛЕКС ВЕРХНЕЙ ЛАВЫ
0055        X(1) = L*A(6)*(B-46) + X(1)
0056        X(4) = 2*X(4) -A(43)*A(44)*(L A(41)*A(42)+A(40)*(Q*A(38) + B*A(39)))
0057        T = 2*T
0058        X(11) = 2 * X(11)
0059        X(5) = W*(A(53)*A(60)+A(61)-A(65)+A(62)*A(66)+A(63)*A(67)+A(68))/
            1C(13) + A(58) + A(59) + X(5)
0060        X(18)=(C(8)*(5.27+4.95*DLOG(W/(0.63*C(5)*C(8)*A(5)*A(12)*X(8)))+
            10.0005*L*ALOG(0) -2*C(4)-C(5)) + 0.5)
0061        X(17) = 1.99*((A(98)-(20.446*C(4)+C(5)*C(8)+9.333*X(18))+92+0.889*
            1(238*C(8)+975) + 13.45*(A(102)+C(8)+1) + X(19)))
0062        X(24) = X(18)+2*C(4)*C(5)*C(8)+X(24)+6
0063        X(7) = 1000*DEXP(4.30-(8.24*(DLOG(W/(C(5)*C(7)*C(8)*X(9))))*(C(5)*
            1C(7)*C(8)*X(9))/W) - 88.43/L)
0064        X(10) = 1000*(10+0.1675*((66*A(18)*W/(C(5)*C(8)*A(12)*X(8)) + 30))) +
            1X(19)
0065        X(25) = (X(10)/1000 - 10) / 0.1675
0066        X(26) = W/(0.63*C(5)*C(8)*A(5)*A(12)*X(8))
0067        X(13) = 0
0068   100  H = (W+Z)/C(13)
0069   101  X(2) = X(1)+2*A(7)*A(9)*(B-18)+A(22)*(L*(A(11)+A(13)) + A(17)+
            1(A(14)+A(15))) +(L+15)*(A(19) + A(21)))
0070        X(3)=(L+15)*(A(23)+A(24))+A(25)*(A(14)+A(15))+L*(A(26)+A(27))+
            12*A(28)*(B-18) + B*A(29)/A(30)
0071        X(6) = A(73)*(Q*A(74) + B*A(72))
0072        IF (H.GE.2000) GO TO 200
0073   300  X(12) = A(84)*X(11)*C(5)
0074        X(14) = A(84)*X(7)*C(5)
0075        X(15) = A(85)*X(10)*C(4)*C(5)
0076        X(16) = X(6) + X(12) + X(13) + X(14) + X(15) + T
0077        X(20) = X(17)+X(5)+H*A(94)*C(7)*C(8)*C(12)*X(9)+(X(15)*A(88)+X(14)*
            X(21) = (X(1)*X(20)/H + X(3) + X(4))/X(2)
0079        X(22) = X(21)+A(105)*(A(104)+X(16)*C(45)/(C(6)*H*C(47))
0080        X(23) = H / X(24)
0081        X(27) =(X(16)+A(104))*C(44)*C(45)/(C(6)*H*C(47))
0082        X(28) = (8.10000 +C(44)*(0.2+0.44*C(45) + 0.034*C(18))+0.38*C(16)+
            1.4100*C(47)+(0.187*X(27)*C(36)))/(C(19)+C(45)-C(14)*C(22)*
            2C(23))/C(14)
0083        X(29) =(X(22)+X(28)+0.10*(C(20)*C(37)+C(46)*C(36)+C(38)*C(45))
            1/C(14))/C(21)
0084        X(30)=(X(22)*C(14)+X(28)*C(14)+C(24)*C(25)+C(25)*(0.2+0.44*
            1C(28)+0.034*C(29)) + 0.38*C(30)+0.187*C(32)*C(36)*C(25)/
            2(C(6)*C(26)*C(19)) + 0.10*(C(39)*C(45)+C(46)*C(36) + C(31)*
            3C(37)))/(C(14)*C(21)+C(27)*C(25))
0085        X(31) = X(27)+C(45)*C(38)+C(37)*C(28)+C(46)*C(36)
0086        X(32) =(X(24)*7)+4.13*C(40)*C(14)/(C(6)*H*C(47)) + C(42)
0087        X(33) = C(44)/(12*X(32))
0088        X(34) = X(21)+X(28)
0089        X(35) = C(44)*C(35)
0090        X(36) = C(31)*C(37)+C(45)*C(39)+X(27)+C(45)*C(32)*C(25)/
            1(C(6)*C(25))+C(46)*C(36)
0091        X(37) = (C(44)*(X(28)+X(21))+C(25)*(C(33)+0.2+0.44*C(28)+0.034*
            1C(29))-0.38*C(30)+0.187*C(32)*C(36)*C(25)/(C(6)*C(26)*C(19)))
            2/(C(14)+C(25))
0092        X(38) = X(32)+C(43)*C(44)*C(25)/(C(6)*C(26))
0093        X(39) = (C(14)+C(25))/(12*X(36))
0094        X(40) = C(44)*C(35)+C(25)*C(34)
0095        WRITE (3,230) (X(I),I=1,40
0096   230  FORMAT ('0',' X1 =',F15.3,' X2=',F15.3,' X3=',F15.3,' X4='
            1,F15.3,' X5=',F15.3/' X6=',F15.3,' X7=',F15.3,' X8='
            2,F15.3,' X9=',F15.3,' X10=',F15.3/' X11=',F15.3,' X12='
            3,F15.3,' X13=',F15.3,' X14=',F15.3,' X15=',F15.3/' X16='
            4,F15.3,' X17=',F15.3,' X18=',F15.3,' X19=',F15.3,' X20='
            5,F15.3/' X21=',F15.3,' X22=',F15.3,' X23=',F15.3,' X24='
            6,F15.3,' X25=',F15.3/' X26=',F15.3,' X27=',F15.3,' X28='
            7,F15.3,' X29=',F15.3,' X30=',F15.3/' X31=',F15.3,' X=32='
            8,F15.3,' X33=',F15.3,' X34=',F15.3,' X35=',F15.3/' X=36='
            9,F15.3,' X37=',F15.3,' X38=',F15.3,' X39=',F15.3,' X=40='
            A,F15.3)
```

```
0097        IF (H-C(13)/(C(7)-C(8))-X(9)) - A(1).GE.0) GO TO 101
0098  100   CONTINUE
0099  101   IF ((L - 151 M).GT.0) M = M+1
0100  110   CONTINUE
0101        IF (B - Q-A(4).GT.0) Q = Q+1
0102  120   CONTINUE
0103        KOLW = KOLW-1
0104        IF (KOLW.NE.0) GO TO 42
0105  500   STOP
      C                  ТРАНСПОРТ - ЛОКОМОТИВНЫЙ
0106   60   X(8) = (56+C(7) -44.1-0.04*C(9)-(0.04*A(74)/A(75))*H/C(8))/1.79
0107        GO TO 66
      C                  СПУТНИК
0108  150   X(1) = 0
0109        X(5) = 0
0110        X(7) = 0
0111        X(10) = 0
0112        X(11) = 0
0113        A(5) = A(2)
0114        A(6) = A(3)
0115        A(11) = 0
0116        A(26) = 0
0117        X(13) = 0
0118        T = 0
0119        W = H
0120        X(4) = 44.32*(1.6*A(32)*C(4)*C(5)+2*C(5)*(A(33)+L*A(34))+
            12*C(5)*C(10)*(M*A(36)+L*A(37))+1.9*(Q*A(38)+B*A(39))+1.8*L*A(41))+
            2A(45)
0121        X(18) = W*(1/(297.2*(1-DEXP(-2.12*W/(C(5)*C(8)*A(5)*A(12)*
            1X(8))))))+0.0042)/(0.69*A(5)*A(8)*A(12)+C(8)
0122        X(17) = 1.89*((A(98)*(28.446*C(4)*C(5)*C(8)+9.333*X(18))+92+13.45*
            1(C(8)+2)+0.089*(230*C(8)+975)))
0123        X(24) = X(18)+2*C(4)*C(5)*C(8)+C(8)+8
0124  170   X(1) = L*A(6)*(B-46)+X(1)
0125        X(5) = W*(A(33)*A(60)+A(34)*A(61)+A(55)*A(62)+A(56)*A(63)+A(57)*
            1C(13)+A(58)+A(59)+(8.525*L*A(54)+A(52))/C(6)+X(5)
0126        X(11) = M*A(76)+L*A(77)+M*A(79)+X(11)
0127        T = T+A(87)
0128        X(7) = 1000*DEXP(4.30-(8.21*(DLOG(W/(C(5)*C(7)*C(8)*X(9)))*
            1(C(5)*C(7)*C(8)*X(9))/W)-80.43/L)+X(7)
0129        X(10) = 1000*(40+0.1675*((60*W*C(11)/(C(5)*C(8)*A(12)*X(8)))+38)))+
            1X(10)
0130        X(25) = (X(10)/1000-40)/0.1675
0131        X(26) = W/(0.63*C(5)*C(8)*A(5)*A(12)*X(8))
0132        IF (N.EQ.1) GO TO 190
0133        GO TO 180
0134  190   H = W/C(13)
0135        GO TO 181
0136  200   X(24) = A(96)*C(8)+X(24)
0137        X(17) = 7.88*A(44)*A(96)*C(8)+X(17)
0138        GO TO 340
0139  210   A(11) = 0
0140        A(26) = 0
0141        X(13) = 0
0142        GO TO 180
      C                  ДВУХСЛОЕВАЯ
0143  220   C(11) = A(18)
0144        X(13) = A(78)*A(82)*A(83)*A(84)
0145        X(4) = 44.32*(1.6*A(32)*C(4)*C(5)+2*C(5)*(A(33)+L*A(34))+2 C(5)*
            1C(10)*(M*A(36)+L*A(37))+1.9*(Q*A(38)+B*A(39))+1.8*L*A(41))+A(45)+
            2X(4)-44.32*(1.8*L*A(41)+1.9*(Q*A(38)+B*A(39)))
0146        X(18) = W*(1/(297.2*(1-DEXP(-2.12*W/(C(5)*C(8)*A(5)*A(12)*
            1X(8))))))+0.0042)/(0.69*A(5)*A(8)*A(12))+C(8)+S
0147        X(17) = 1.89*((A(98)*(28.446*C(4)*C(5)*C(8)+9.333*X(18))+92+
            17.233*A(44)*(A(102)+C(8)+0.089*(230*C(8)+975)))+1.89*(X(19)-
            29.333*A(98)*S)
0148        X(24) = X(18)+2*C(4)*C(5)*C(8)+B+C(8)+(X(24)-A(102)-C(8)-S)
0149        GO TO 170
0150        END
```

А Н Н О Т А Ц И Я

В работе даются методические рекомендации по оптимизации развития шахтного фонда сланцедобывающей отрасли. Оптимизация позволяет экономически обоснованно выбирать рациональную технологию добычи сланца на новых и реконструируемых шахтах и формировать прогнозные планы их развития путем расширения диапазона рассматриваемых шахтовариантов по сравнению с Генеральной схемой развития сланцедобывающей отрасли.

Методические рекомендации предназначены для использования в производственных объединениях и проектных институтах при оптимизации планов развития сланцедобывающей отрасли.

Содержание

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ 2
2. ИСХОДНЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ 3
3. МЕТОД РЕШЕНИЯ 4
3.I. Первый этап расчета 4
3.2. Второй этап расчета I3
4. ПРИМЕР I5
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 20
ПРИЛОЖЕНИЕ 2I

Составитель и ответственный за выпуск Г.Н.Тишкина.

Научные консультанты – к.э.н. Л.Г.Безрукова,
к.т.н. Э.Я.Рейнсалу,
к.э.н. В.П.Скобелина

© ЦНИЭИуголь, 1981

Сдано в пр-во 19/II-1981 г. Подписано в печ. 3/III-1981 г.
Формат 60x84/16. Уч.-изд.л.1,89. Печ.л. 1,25 Изд. № М-4003
Тираж 100 экз. Заказ № 202

ЦНИЭИуголь, Москва, К-12, пр.Сапунова, д.13/15
Типография, 1-й Смоленский пер., д.10/5

gost.e-ecolog.ru