

INSTYTUT ORGANIZACJI I KIEROWANIA

POLSKIEJ AKADEMII NAUK
MINISTERSTWA NAUKI SZKOLNICTWA WYŻSZEGO I TECHNIKI

**ПРИМЕНЕНИЕ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ
МЕТОДОВ ОРГАНИЗАЦИОННОГО
УПРАВЛЕНИЯ, КИБЕРНЕТИКИ И
ИССЛЕДОВАНИЯ ОПЕРАЦИИ**

МАТЕРИАЛЫ СОВЕЩАНИЯ
ЭКСПЕРТОВ СТРАН-ЧЛЕНОВ СЭВ
БЫТОМ, ДЕКАБРЬ 1974

МАТЕРIAŁY KONFERENCYJNE

WARSZAWA

9 7 6

Redaktor
Piotr Oziębło
Redaktor techniczny
Iwona Dobrzyńska
Korekta
Barbara Czerwińska

Opracowanie naukowe
mgr inż. Jan Studziński



Nr inw. IBS PAN

31708

Коздруй М.

Стахович Я.

Раковски Ф. (ПНР)

Институт организации и управления
ПАН и МНВОиТ — Отдел Бытом

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ТРАНСПОРТА В КАМЕННОУГОЛЬНЫХ ШАХТАХ

1. Определение задания

В работе представлены результаты исследований в области усовершенствования одного из самых сложных производственных процессов входящих в совокупность общего производственного процесса, каким является горизонтальный транспорт в каменноугольных шахтах. Исследования начато в Силезском Политехническом Институте в Гливицах, а в настоящее время продолжаются Институтом организации и управления ПАН и МНШВиТ — Отдел Бытом.

Горизонтальный транспорт занимает особо важное место в производственном процессе каменноугольной шахты и обычно является эластичным звеном, подчиненным внешне к вертикальному транспорту. Горизонтальный транспорт особенно влияет на бесперебойный производственный процесс, а также на себестоимость тонны добычи.

Сложность горизонтального транспорта определяется: внутренней структурой, обычно сложной, особенно в пространственном представлении, а также пробабилистичным характером параметров характеризующих этот производственный процесс.

До настоящего времени проектирование горизонтального транспорта в шахтах сводилось к простым приблизительным аналитическим расчетам, которые оказывались неточными и несовершенными. А это, конечно, отражалось на этапе осуществления и затрудняло оперативное управление этим процессом.

Среди параметров и характерных черт, определяющих горизонтальный транспорт, различаем: пространственную структуру, производительность (количество действующих составов о установленной емкости и параметрах крайних узлов, т.е. параметрах откатки и вертикального транспорта).

Проблема совмещения горизонтального транспорта с вертикальным довольно хорошо разработана в польской и иностранной литературе. Что касается рационального определения параметров горизонтального транспорта и его крайних узлов (главный транспорт — откатка) — ждем полного разрешения и практического осуществления.

Очень большим достижением в этой области является метод симуляции с использованием метода Монте-Карло.

Все-же такие условия, как:

— необходимость применения счетной машины, которая в настоящее время является исключением в производственной практике на шахте,

— очень большая „нежность” этих методов в отнесении к существующим возможностям и потребностям, требуют разработки и пользования методами менее точными, но более удобными в практике и дающими соответствующие результаты с точки зрения возможностей и потребностей.

Принимая все это во внимание как необходимость усовершенствования процесса проектирования организации горизонтального транспорта в действующих каменноугольных шахтах, а также и целесообразность обеспечения рационального управления этим процессом, авторы поставили себе за задание:

— разработать математическую модель и свести ее к практическому методу определения оптимального решения главного транспорта на ведущем выемку горизонте действующей шахты, в особенности разработать удобную схему, позволяющую установить основные параметры горизонтального транспорта в каменноугольной шахте.

2. Метод решения

Общую схему действия подчинено логической очереди следования организаторских предприятий, определенных операционными исследованиями.

Очередность действия для определения метода проектирования основных параметров следующая: проведение диагностического анализа и изучение явлений, заходящих в горизонтальном транспорте действующих каменноугольных шахт.

Для этого использовано наблюдения, засеченное время движения составов вагонеток, выемку и частоту перебоев в работе участковых погрузочных пунктов ввиду отсутствия „порожняка”. Кроме того, проанализировано характеристики потоков добычи с забоев и влияние пространственной структуры ведущего выписки горизонта и вида схемы транспорта на эффективное его функционирование. Затем построено математические модели рассматриваемых явлений, причем, характер явлений выступающих в горизонтальном транспорте решил на использование теории массового обслуживания для построения соответственных моделей.

Сначала проведено структурный анализ теории массового обслуживания с целью определения возможностей ее использования в решении этих проблем, а в особенности проведено подетальный анализ теории процессов Маркова с точки зрения их применения в решении проблем массового обслуживания и возможностей использования в организационной практике шахты.

Кроме того, проведено анализ систем теории массового обслуживания с точки зрения использования их для целей соответствующих описанным явлениям, выступающим в горизонтальном транспорте на шахты.

Стохастическая цепь Маркова, так называемый процесс рождения и смерти, а также определенная на общих числах для этого процесса вероятность возможных состояний, позволяют в довольно простой способ определить основные характеристики различных систем массового обслуживания, построенных с целью математического представления характера явлений, заходящих в процессе транспорта на шахте.

Система массового обслуживания может быть приспособлена для моделей решительных ситуаций, там, где выступают так называемые узкие горла. Большинство решительных ситуаций, трудных для описания при помощи аналитических моделей, может быть исследовано системой очереди.

Явление очереди может быть тоже использовано в проектировании и организации фундаментальных процессов в шахте, таких как:

- 1) добыча угля,
- 2) доставка материалов в забой,
- 3) организация ремонтов и удаление аварий,
- 4) материальное снабжение и т.д.

Выше указанные организаторские проблемы вытекают из непосредственной организаторской практики в шахте и авторы решили их частично. Подробные и полные решения этих проблем находятся в различных публикациях из этой области.

Показанные системы обслуживания с соответствующими характеристиками отражают в изоморфический способ характер явлений возникающих в главном транспорте на проводящем выемку горизонте шахты так, что для определения необходимого числа функционирующих на этом горизонте составов вагонеток, авторы воспользовались многоканальной системой обслуживания с отказом.

Для определения необходимого количества составов вагонеток, так называемых подвижных выравнивающих бункеров, авторы воспользовались многоканальной системой обслуживания с ограниченным числом мест в очереди.

Для определения необходимой емкости выравнивающих бункеров в околоствольном дворе использовано замкнутые системы обслуживания. Используя многоканальную систему обслуживания с отказом для определения необходимого количества функционирующих вагонеток на проводящем выемку уровне, принято:

— обслуживаемым элементом является величина добычи равная емкости одного состава вагонеток,

— каналом обслуживания является один функционирующий состав вагонеток вместе с электровозом,

— обозначено среднюю стопу заявлений на обслуживание через λ ,

— обозначено среднюю стопу обслуживания одного функционирующего состава вагонеток через μ .

Измерения и вычисления проведено на конкретное заявление одной и шахт Забжаньского Угольного Объединения.

По вступительному усовершенствованию горизонтального транспорта в анализированной шахте принято постоянное количество вагонеток в одном составе равное 30, а емкость вагонетки 5 тонн. Время между очередными заявлениями на обслуживание, как и время

обслуживания функционирующих составов вагонеток, определено на основании хронометража. Основным условием применения процесса рождения и смерти есть соответственное разложение времени между очередными заявлениями на обслуживание, а также плассоновское разложение времени обслуживания этих заявлений.

Это условие для конкретных условий анализированной шахты проведено тестом согласованности.

За основную функцию принято функцию минимизирующую сумму потерь добычи в связи с неподставлением вагонеток в участковых погрузочных пунктах, как и неиспользованием функционирующих составов вагонеток на проводящем выемку горизонте.

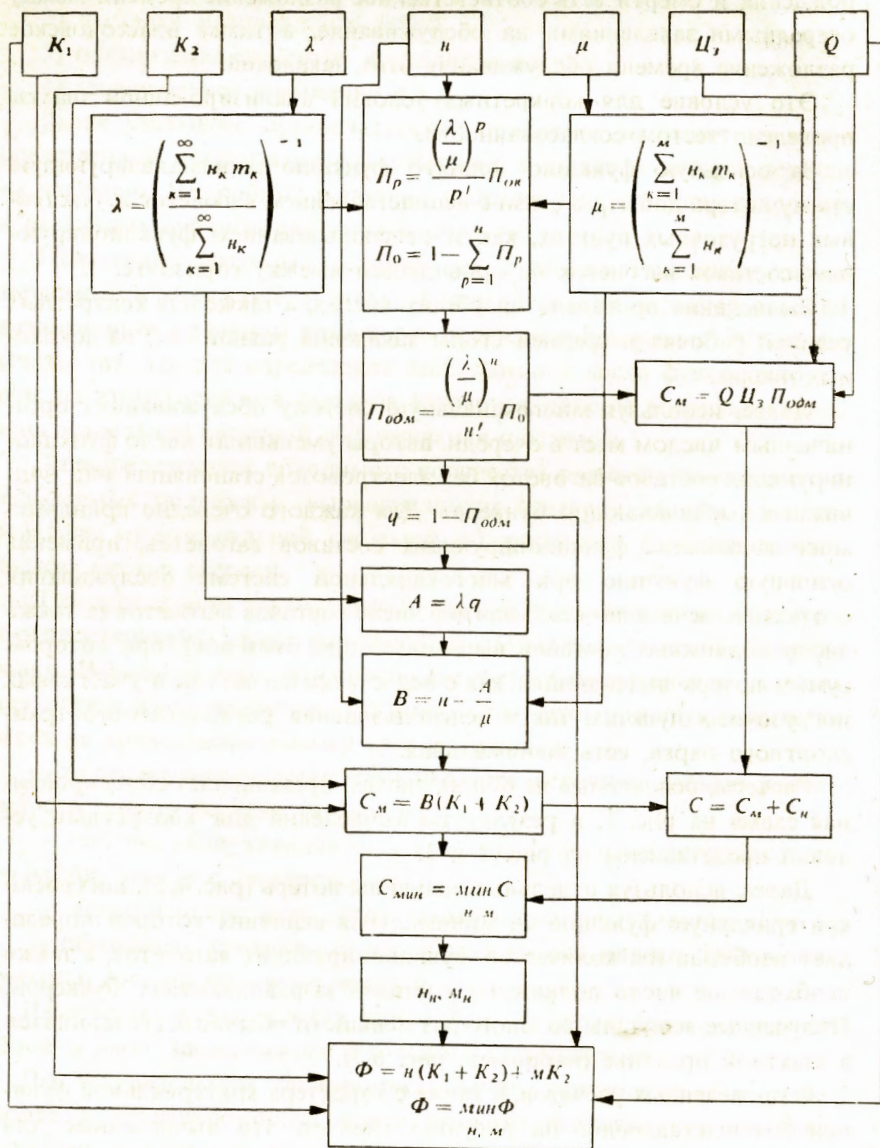
Вычисления проведено на общих числах, а также для конкретных условий рабочих и средней стопы заявлений равной $\lambda=3$ на докладных числах.

Далее, используя многоканальную систему обслуживания с органичным числом мест в очереди, авторы уменьшили число функционирующих составов вагонеток без электровозов становящих вид подвижных выравнивающих бункеров. Для каждого очередно принимаемого количества функционирующих составов вагонеток, применяя основную функцию при многоканальной системе обслуживания с отказом, исчислено необходимое число составов вагонеток (а также число подвижных составов выравнивающих бункеров), при котором сумма потерь вытекающих как с недостатка вагонеток в участковых погрузочных пунктах, так и неиспользования располагаемого транспортно парка, есть минимальная.

Расчеты, основанные на общих числах, представляет сблокированная схема на рис. 1, а результаты вычислений для конкретных условий представлены на рис. 2 и 3.

Далее, используя отдельные величины потерь (рис. 4, 5), построено критериальную функцию Φ , минимальная величина которой определяет необходимое количество функционирующих вагонеток, а также необходимое число подвижных составов выравнивающих бункеров. Полученные величины во много раз меньше от обычно встречающихся в шахтной практике (например, рис. 6,7).

С проведенных расчетов, а также с характера критериальной функции Φ представленной на рисунках следует, что вычисленные для конкретных шахтных условий количества вагонеток и электровозов являются оптимальными, так как гарантируют минимальные потери,



вытекающие из нерационального хозяйствования транспортным парком и одновременно обуславливают минимальную стоимость транспортировки одной тонны добычи.

Всякая иная система, в том числе и увеличение числа вагонеток и электровозов, приводит к ухудшению рабочих параметров горизонтального транспорта, откуда вывод, подтверждающий принятую тезу: бесперебойность горизонтального транспорта зависит не от увеличения количества составов вагонеток и электровозов, а от создания условий рационального пользования транспортным парком, то есть повышения стопы обслуживания μ .

Вследствие внедрения результатов рассматриваемой работы в анализированной шахте, получено следующие эффекты:

Рис. 1. Блоковая схема вычислений для велоканальной системы массового обслуживания с отказом; μ — средняя стопа обслуживания, λ — средняя стопа заявления, $P_{одм}$ — правдоподобие отказа заявления, $P_о$ — правдоподобие состояния „все каналы свободные”, $P_{ок}$ — правдоподобие состояния „канал k свободный”, q — правдоподобие принятия заявления, A — абсолютная способность пропуска системы, B — среднее число каналов, ожидающих на клиентов, $C_з$ — цена збыта одной тонны угля, Q — средняя добыча в единицах времени из данного горизонта шахты, K_1 — средний сменный расход издержек на эксплуатацию электровозов, K_2 — средний сменный расход издержек на эксплуатацию одного склада возов, t_k — вынужденное время цикла езды до k -того пункта погрузки, n_k — число циклов необходимых для обслуживания k -того пункта погрузки, n_y — число замеченных случаев (заявлений клиентов), n — число функционирующих составов вагонов на выдачном горизонте шахты (число каналов обслуживания), n_n — необходимое число функционирующих составов вагонов на выдачном горизонте шахты, $n_{опт}$ — оптимальное число функционирующих составов вагонов на выдачном горизонте шахты, C_m — потери, вытекающие из ожидания погрузочных пунктов на функционирующие составы пустых вагонов, C_n — потери, вытекающие из ожидания функционирующих составов вагонов на заявление потребности на обслуживание через отделовые погрузочные пункты, C — сумма потерь C_m и C_n , $C_{мин}$ — минимальная стоимость C в зависимости от n и m , m — число составов пустых вагонов, т.е. число подвижных бункеров, m_n — необходимое число составов пустых вагонов, т.е. необходимое число подвижных составов выравнивающих бункеров, Φ — критериальная функция, $\Phi_{мин}$ — минимальная стоимость Φ в зависимости от n и m , где:

$$\Phi = n(K_1 + K_2) + mK_2$$

$$\Phi_{мин} = \min_{n,m} \Phi = n_{опт}(K_1 + K_2) + m_n K_2$$

Рис. 2. Определение необходимого числа n_H функционирующих составов вагонов на выдачном горизонте шахты для $\lambda=3$, $\mu=0,5$; C_M — потери, вытекающие из ожидания погрузочных пунктов на функционирующие составы пустых вагонов, C_N — потери, вытекающие из ожидания функционирующих составов вагонов на заявлении потребности на обслуживание через отделовые погрузочные пункты, C — сумма потерь, λ — средняя стопа заявления, μ — средняя стопа обслуживания

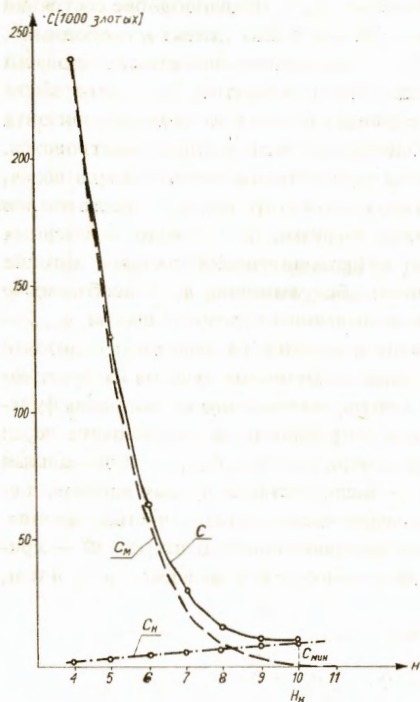
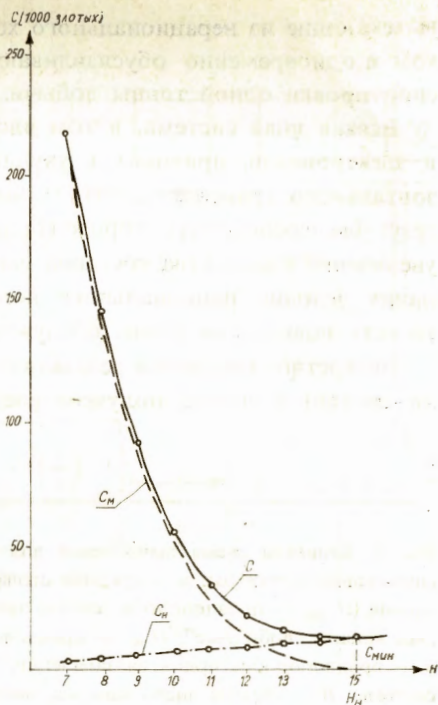


Рис. 3. Определение необходимого числа n_H функционирующих составов вагонов на выдачном горизонте шахты для $\lambda=3$, $\mu=1$; C_M , C_N и C как на рис. 2

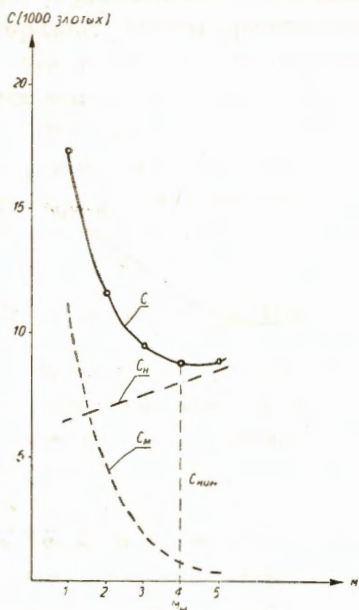


Рис. 4. Определение m_n для $n=7$, $\lambda=3$, $\mu=1$; C_m , C_n и C как на рис. 2, m_n — необходимое число составов пустых вагонов, т.е. необходимое число подвижных составов выравнивающих бункеров

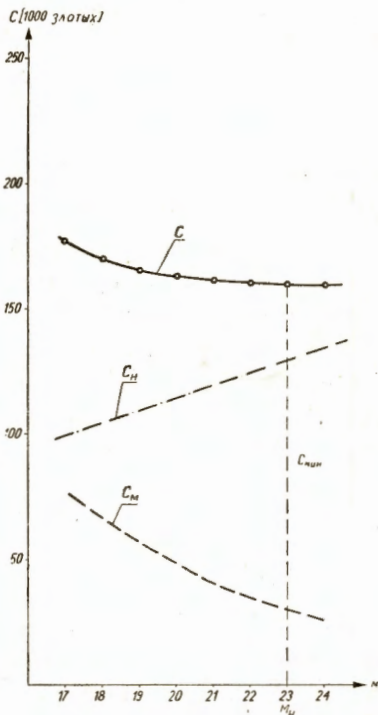


Рис. 5. Определение m_n для $n=7$, $\lambda=3$, $\mu=0,5$; C_m , C_n и C как на рис. 2

Рис. 6. Определение $\Phi_{\min} = \Phi(n_{\text{опт}}, m_N)$ для $\lambda = 3, \mu = 0,5$; Φ_{\min} — минимальная стоимость критериальной функции Φ , определяющая оптимальное число функционирующих составов вагонов $n_{\text{опт}}$, а также подчиненная величине m_N — необходимому числу пустых составов вагонов — подвижных составов выравнивающих бункеров

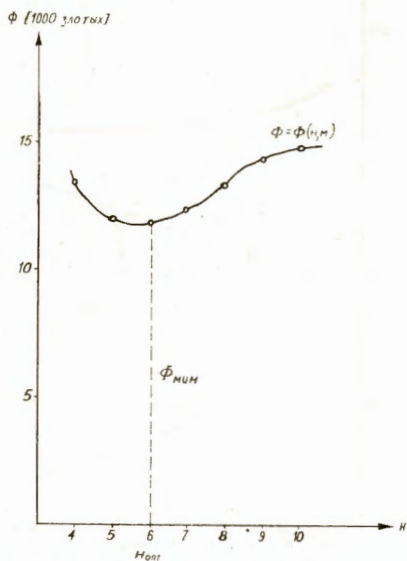
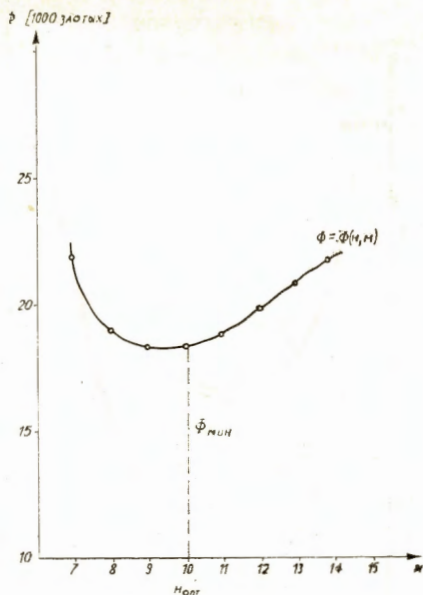


Рис. 7. Определение $\Phi_{\min} = \Phi(n_{\text{опт}}, m)$ для $\lambda = 3, \mu = 1$

— уменьшение количества электровозов на проводящем выемку горизонте шахты приблизительно на 40%;

— непокупание на протяжении 2-х лет новых вагонеток при одновременном уменьшении вагонного парка.

Довольно осторожно проведенные подсчеты эффектов в условиях анализируемой шахты показывают, что благодаря введению выше указанного усовершенствования сэкономлено в течении года свыше 1,5 миллиарда злотых.

3. Последние результаты

В последнее время коллектив работников Института организации и управления ПАН и МНВОиТ — Отдел Бытом, развивая дальше представленные в работе достижения, провел исследования на шахте „Бытом”.

Благодаря проведенному точному диагностическому анализу, в состав которого вошло около 400 хронометражных наблюдений, ряду других анализов и собственных исследований, определено вид горизонтального транспорта в предметной шахте, строя математическую модель теории массового оборудования.

Для условий анализируемой шахты самым удобным видом горизонтального транспорта оказалась многоканальная система с отказом, а также многоканальная замкнутая система с ожиданием.

Полученные результаты подтвердили правильность теории массового обслуживания при проблемах усовершенствования горизонтального транспорта (одного из важнейших и особенно сложных производственных процессов в шахте), а их практическая проверка подтверждает, что наши труды по их внедрению дадут значительные экономические эффекты ввиду уменьшения количества электровозов и составов вагонеток в шахтном транспортном парке и усовершенствования процесса горизонтального транспорта в современной и будущей внутренней структуре шахт.

4. Выводы

Модель проектирования организации главного транспорта, который опирается на стохастическом характере явлений описывающих этот процесс, во много раз более изоморфична с точки зрения дей-

ствительного хода явлений по сравнению с детерминистическими предпосылками их хода.

Это основная примета предлагаемых в нашей работе моделей проектирования организации что, благодаря их несложному характеру, должно обеспечить их применение в горной практике.

Предложенная модель проблемы вычисления оптимального количества состава вагонеток и электровозов на проводящем выемку горизонте шахты характеризуется комплексным и системным видом решений, так как принимает во внимание одновременно оптимальное количество функционирующих на данном горизонте шахты составов вагонеток вместе с электровозами, а также оптимальное количество необходимых дополнительных составов вагонеток исполняющих роль подвижных выравнивающих бункеров на шахте.

Комплексный и системный подход к проблемам вычисления оптимального количества составов вагонеток позволяет на значительное сокращение количества функционирующих составов вагонеток с электровозами, что кроме измеримых экономических эффектов имеет большое влияние на оперативность и бесперебойность горизонтального транспорта, благодаря уменьшению перегрузки тяги, более удобному распределению функционирующих составов, а также уменьшению правдоподобия выступления несогласованных ситуаций.

Проведенные вычисления, а также текущий диагностический анализ главного транспорта в шахте „Бытом” подтверждают, что подвижные выравнивающие бункера в виде составов вагонеток имеют ряд преимуществ по сравнению с постоянными бункерами.

К этим преимуществам относятся:

— возможность маневрирования в зависимости от создавшейся ситуации,

— уменьшение раздробливания добычи, что особенно важно при энергетических углях,

— возможность конкуренции с точки зрения себестоимости эксплуатации.

Как мы убедились на практическом опыте, разработанная модель имеет большое утилитарное значение.

Оперативные исследования должны найти более широкое применение в текущей организационной шахтной практике.

Вытекает это не только из преимуществ этих методов, а прежде всего из настоящих потребностей.

101
LOK
BYN

31708