

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

ВАЖЕНИН Л. А.

**ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ШАХТ НА БАЗЕ
ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ**

**Учебное пособие
по выполнению курсовой работы по дисциплине
«Моделирование объектов и процессов горных предприятий»**

Екатеринбург - 2016

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Уральский государственный горный университет»



ВАЖЕНИН Л. А.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ШАХТ НА БАЗЕ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

**Учебное пособие
по выполнению курсовой работы по дисциплине
«Моделирование объектов и процессов горных предприятий»**

Екатеринбург

2016

ВВЕДЕНИЕ

Добыча полезных ископаемых – процесс достаточно трудоемкий и дорогостоящий. Поэтому при ведении горных работ мы должны еще на стадии проектирования найти такие параметры технологии, которые обеспечивали бы минимальные расходы на добычу полезного ископаемого при соблюдении всех требований безопасности и комфортности рабочих мест.

Решение этих задач на горных предприятиях обычно осуществляется на основании «здравого смысла» т.е. на основании инженерной интуиции и простейших расчетов.

Практика же показывает, что применение экономико-математического моделирования связей между параметрами технологии и расходами, позволяют снизить себестоимость добычи на 10-15 % и более.

При этом не требуется никаких дополнительных капитальных вложений. Нужна только умная голова и компьютер.

В нашем случае объектом моделирования является выемочный участок угольной шахты. А цель создания модели – нахождение оптимальных параметров этого участка.

Все расходы на вскрытие, подготовку и очистную выемку запасов участка осуществляются исключительно за счет эксплуатации, следовательно, логично в качестве критерия оптимальности принять величину удельных эксплуатационных расходов.

В математической модели рекомендуется учесть только основные, наиболее существенные расходы. Деление расходов на «существенные» и «не существенные» в настоящее время не имеет четкого научного обоснования и осуществляется на основании «здравого смысла».

При выполнении данной курсовой работы следует учесть расходы связанные с:

- проведением всех горных выработок по вскрытию и подготовке выемочного участка;
- поддержанием этих выработок в исправном состоянии за весь срок их службы;
- транспортом грузов (угля, материалов, оборудования и перевозкой людей) по горным выработкам участка;
- оплатой труда рабочих, занятых на участке;
- приобретением материалов и инструментов;
- амортизационными отчислениями на реновацию и капитальный ремонт применяемых на участке машин и оборудования;
- оплатой потребляемой электроэнергии;

- монтажом и демонтажом оборудования.

Процесс составления математической модели довольно трудоемкий, описание функциональных зависимостей между параметрами и расходами громоздко. Чтобы не запутаться в этой громоздкости программой предусмотрено поэтапная разработка математической модели.

Этапами разработки общей модели являются частные модели, описывающие связи отдельных видов расходов (указаны выше) с параметрами участка.

Разработка частных моделей осуществляется на протяжении всего семестра в форме лабораторных работ.

После выполнения всех лабораторных работ приступаем к составлению целевой функции путем суммирования частных функций, полученных при выполнении лабораторных работ.

Задание на выполнение курсовой работы выдается индивидуально каждому студенту.

Горногеологические характеристики выемочного участка и горно-технические параметры ведения работ указанные в задании являются основой выполнения как курсовой работы, так и лабораторных работ.

Таким образом лабораторные работы являются подготовкой к выполнению курсовой работы и неотъемлемой ее частью.

Некоторые замечания по терминологии. В учебной и научно-технической литературе имеются некоторые разночтения терминов, используемых в данной работе. Для четкого понимания задания и корректного выполнения лабораторных работ, а также и курсовой работы, следует придерживаться трактования терминов в нижеприведенной редакции.

Выемочный участок.

Под термином «выемочный участок» в данной работе следует понимать часть шахтного поля, для отработки которой проводится некоторая система подготовительных выработок.

В соответствии с заданием такой частью может быть:

- выемочное поле (при этажном способе подготовки шахтного поля).

Выемочное поле может быть однокрылое и двухкрылое, может располагаться в бремсберговой им уклонной части шахтного поля;

- панель (при панельном способе подготовки шахтного поля). Панель также может быть однокрылой или двухкрылой, может находиться как в бремсберговой, так и в уклонной части шахтного поля;

- выемочный блок (при погоризонтном способе подготовки шахтного поля). Блок включает в себя несколько выемочных столбов, объединенных

общими выработками. Выемка столбов может осуществляться как по падению так и восстанию пласта.

Параметры выемочного участка

Параметров, характеризующих выемочный участок достаточно много. Это прежде всего горногеологические характеристики участка, такие как мощность пласта, угол падения, свойства вмещающих пород и т.п. Горно-технологические характеристики участка: способ подготовки шахтного поля, система разработки пласта, вид механизации выемки угля, средства транспорта грузов, геометрические размеры участка и отдельных его частей и т.д.

В заданиях на выполнение курсовой работы указаны только основные параметры, они остаются неизменными для данного выемочного участка.

В качестве оптимизируемых (переменных) параметров приняты геометрические размеры участка, они указаны непосредственно в задании.

1. СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа представляет собой текстовый документ, включающий аналитические формулы, расчеты, поясняющий текст и графические приложения.

В работе должны быть четко изложены следующие разделы:

1. Введение;
2. Общая постановка задачи;
3. Выбор критерия оптимальности параметров выемочного участка;
4. Математическая формулировка задачи;
5. Составление целевой функции в общем виде;
6. Выделение обобщенных коэффициентов и представление целевой функции в обобщенных коэффициентах;
7. Нахождение оптимальных значений параметров выемочного участка в общем виде;
8. Расчет численных значений обобщенных коэффициентов и представление целевой функции в численных коэффициентах;
9. Нахождение численных значений оптимальных параметров выемочного участка;
10. Графический анализ целевой функции. Определение оптимальных параметров с учетом ограничений.

Выводы.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Методические указания в данном пособии изложены отдельно по каждому разделу.

В зависимости от сложности разделов курсовой работы методические указания по их выполнению изложены достаточно кратко или более подробно.

2.1. Введение

Во введении следует кратко изложить суть курсовой работы, применяемые методы и полученные результаты.

2.2. Общая постановка задачи

Общая постановка задачи формулируется в общем (словесно) виде в зависимости от выданного задания.

Например так:

В заданных горногеологических и горно-технологических условиях (см. задание) определить такую длину очистного забоя и размер выемочного поля по простиранию, которые обеспечивали бы минимальные расходы на вскрытие, подготовку и очистную выемку угля в пределах выемочного поля, при соблюдении всех требований безопасного и комфортного ведения горных работ.

2.3. Выбор критерия оптимальности

Учитывая, что все работы по вскрытию, подготовке выемочного участка и очистная выемка угля осуществляются исключительно за счет эксплуатационных расходов и то что срок отработки запасов выемочного участка незначительный в качестве критерия оптимальности параметров выемочного участка следует принять величину удельных эксплуатационных расходов, т.е. расходов, приходящихся на 1 т промышленных запасов выемочного участка.

При составлении математической модели расходов по выемочному участку следует учесть основные, наиболее весомые расходы:

- расходы на проведение всех подготавливающих и вскрывающих горных выработок, проводимые в пределах выемочного участка;
- расходы на поддержание горных выработок в работоспособном состоянии за весь срок их службы;

- расходы на транспорт грузов по горным выработкам выемочного участка;
- расходы на оплату труда рабочих на участке;
- расходы на амортизацию оборудования, применяемого на участке;
- расходы на монтаж-демонтаж машин и оборудования на участке;
- расходы на материалы;
- стоимость электроэнергии, расходуемой на участке.

2.4. Математическая формулировка задачи

В символьном виде задача оптимизации параметров, например выемочного поля может быть записана так

$$C = f(l_{03}, l_{ВП}) \rightarrow \min,$$

при ограничениях:

$$l_{03} > 0;$$

$$l_{ВП} > 0;$$

$$l_{03} \leq l_{03}^{ВЕН.};$$

$$l_{03} \leq l_{03}^{КОН.};$$

$$l_{03} = \frac{h_э - \sum h_{Ц} - \sum b_В}{n_{ПЭ}}, \text{ где } n_{ПЭ} = 1, 2, \dots;$$

$$l_{ВП} = \frac{S}{n_{ВП}},$$

где l_{03} – длина очистного забоя, м;

$l_{ВП}$ – размер выемочного поля по простиранию, м;

$l_{03}^{ВЕН.}$ – максимально допустимая длина очистного забоя по вентиляции, м;

$l_{03}^{КОН.}$ – максимальная конструктивная длина оборудования, применяемого в очистном забое (это прежде всего длина механизированной крепи), м;

$h_э$ – наклонная высота этажа, м;

$\sum h_{Ц}$ – суммарная высота целиков между штреками, м;

$\sum b_В$ – суммарная ширина горизонтальных выработок в пределах этажа, м

$n_{ПЭ}$ – число подэтажей в этаже (должно быть целое положительное число);

S – размер шахтного поля по простиранию, м;

$n_{ВП}$ – количество выемочных полей на этаже.

Собственно целевая функция и ограничения, накладываемые на оптимизируемые параметры – это и есть математическая модель расходов на вскрытие, подготовку и отработку запасов выемочного участка.

2.5. Составление целевой функции

Целевую функцию в общем виде следует составить путем суммирования функций отдельных видов расходов.

Эти частные функции получены нами при выполнении лабораторных работ:

$$C^{\text{пр}} = f(l_{\text{оз}}, l_{\text{вп}});$$

$$C^{\text{под}} = f(l_{\text{оз}}, l_{\text{вп}});$$

$$C^{\text{тр}} = f(l_{\text{оз}}, l_{\text{вп}}) \text{ и т. д.}$$

Целевая функция в таком виде громоздка и труднообозрима, следовательно ее нужно упростить и «сжать». Это упрощение достигается путем выделения обобщенных коэффициентов.

2.6. Выделение обобщенных коэффициентов

Целевую функцию, полученную путем суммирования частных функций следует проанализировать и сгруппировать слагаемые относительно одинакового сочетания оптимизируемых параметров.

Все коэффициенты при одинаковом сочетании переменных следует суммировать, а переменные величины вынести за скобки.

Все что получилось в скобках будем называть обобщенными коэффициентами. Эти коэффициенты обозначим латинскими буквами с порядковыми индексами: C_1, C_2, C_3 и т.д. Теперь можно записать целевую функцию в обобщенных коэффициентах.

Например, после приведения подобных и ввода обобщенных коэффициентов мы получили целевую функции в следующем виде:

$$C = C_1 + C_2 l_{\text{оз}} + C_3 l_{\text{вп}} + C_4 l_{\text{оз}} l_{\text{вп}} + \frac{C_5}{l_{\text{оз}}} + \frac{C_6}{l_{\text{вп}}} + \frac{C_7}{l_{\text{оз}} l_{\text{вп}}} + C_8 \frac{l_{\text{оз}}}{l_{\text{вп}}} + C_9 \frac{l_{\text{вп}}}{l_{\text{оз}}}. (*)$$

Целевая функция в таком виде компактна и легко поддается анализу.

Анализ целевой функции показывает, что отдельные части расходов по разному зависят от оптимизируемых параметров.

Так, все расходы, входящие в обобщенный коэффициент C_1 не зависят ни от длины очистного забоя, ни от размера выемочного поля по простиранию.

Обобщенный коэффициент C_2 учитывает расходы, приходящиеся на единицу длины очистного забоя, т.е. это расходы прямопропорциональные длине лавы.

Дальнейший анализ целевой функции предлагаем продолжить самостоятельно.

2.7. Нахождение оптимальных параметров в общем виде

Для упрощения задачи поиска оптимальных параметров примем допущение в том, что на целевую функцию не накладываются никакие ограничения.

Теперь мы видим, что целевая функция трехмерная, изменяется плавно и непрерывно.

Для нахождения оптимальных значений переменных воспользуемся свойством функции в том, что первая производная этой функции в экстремальной точке равна нулю.

Так как в нашей целевой функции две переменных величины, то следует найти частные производные по l_{03} и по $l_{вп}$.

И так:

$$\frac{dc}{dl_{03}} = C_2 + C_4 l_{вп} - \frac{C_5}{l_{03}^2} - \frac{C_7}{l_{03}^2 l_{вп}} + \frac{C_8}{l_{вп}} - \frac{C_9 l_{вп}}{l_{03}^2};$$

$$\frac{dc}{dl_{вп}} = C_3 + C_4 l_{03} - \frac{C_6}{l_{вп}^2} - \frac{C_7}{l_{03} l_{вп}^2} - \frac{C_8 l_{03}}{l_{вп}^2} + \frac{C_9}{l_{03}}.$$

Далее, приравняв частные производные нулю получим систему уравнений:

$$\left. \begin{aligned} C_2 + C_4 l_{вп} - \frac{C_5}{l_{03}^2} - \frac{C_7}{l_{03}^2 l_{вп}} + \frac{C_8}{l_{вп}} - \frac{C_9 l_{вп}}{l_{03}^2} &= 0 \\ C_3 + C_4 l_{03} - \frac{C_6}{l_{вп}^2} - \frac{C_7}{l_{03} l_{вп}^2} - \frac{C_8 l_{03}}{l_{вп}^2} + \frac{C_9}{l_{03}} &= 0 \end{aligned} \right\}$$

Эту систему уравнений следует упростить. Для этого все члены первого уравнения умножим на l_{03}^2 , а слагаемые второго уравнения умножим

на $l_{ВП}^2$ и перенесем все слагаемые в этих уравнениях со знаком минус в правые части уравнений, получим:

$$\left. \begin{aligned} C_2 l_{03}^2 + C_4 l_{ВП} l_{03}^2 + \frac{C_8 l_{03}^2}{l_{ВП}} &= C_5 + \frac{C_7}{l_{ВП}} + C_9 l_{ВП} \\ C_3 l_{ВП}^2 + C_4 l_{03} l_{ВП}^2 + \frac{C_9 l_{ВП}^2}{l_{03}} &= C_6 + \frac{C_7}{l_{03}} + C_8 l_{03} \end{aligned} \right\}$$

Теперь, подставив численные значения обобщенных коэффициентов и решив полученную систему уравнений мы найдем численные значения оптимальных параметров выемочного поля (l_{03}^0 и $l_{ВП}^0$).

Далее, после последующих преобразований в итоге получим систему уравнений в следующем виде:

$$l_{03}^0 = \sqrt{\frac{C_5 + \frac{C_7}{l_{ВП}} + C_9 l_{ВП}}{C_2 + C_4 l_{ВП} + \frac{C_8}{l_{ВП}}}} \quad (**)$$

$$l_{ВП}^0 = \sqrt{\frac{C_6 + \frac{C_7}{l_{03}} + C_8 l_{03}}{C_3 + C_4 l_{03} + \frac{C_9}{l_{03}}}} \quad (***)$$

2.8. Расчет численных значений обобщенных коэффициентов не представляется сложным, он сводится к простым арифметическим действиям. В этих расчетах используются горно-геологические и горнотехнические данные участка и стоимостные параметры отдельных видов расходов.

2.9. Нахождения численных значений параметров участка необходимо в уравнениях (**) и (***) подставить численные значения обобщенных коэффициентов и решить систему уравнений.

Решение системы уравнений можно выполнить несколькими способами. Нам представляется, что проще всего это сделать методом последовательных приближений.

Алгоритм решения задачи по этому методу сводится к следующему:

1) Задаем требуемую точность решения задачи: Δl_{03} и $\Delta l_{ВП}$.

Например $\Delta l_{03} = 5$ м, $\Delta l_{ВП} = 50$ м.;

- 2) Задаем произвольные (ожидаемые) значения одного из параметров, например значение длины выемочного поля по простиранию. Назовем это значение нулевым приближением, запишем так $l_{\text{ВП}}(0)$;
- 3) Подставляем это значение в уравнение (**) и находим нулевое приближение значения длины очистного забоя $l_{\text{ОЗ}}(0)$;
- 4) Подставляем значение $l_{\text{ОЗ}}(0)$ в уравнение (***) и находим первое приближение $l_{\text{ВП}}(1)$;
- 5) Подставляем значение $l_{\text{ВП}}(1)$ в уравнение (**) и находим первое приближение $l_{\text{ОЗ}}(1)$;
- 6) Сравниваем (по модулю) величину отклонений между нулевым и первым приближением

$$\Delta l_{\text{ОЗ}}(1) = |l_{\text{ОЗ}}(1) - l_{\text{ОЗ}}(0)|,$$

$$\Delta l_{\text{ВП}}(1) = |l_{\text{ВП}}(1) - l_{\text{ВП}}(0)|.$$

Если разница между ними (по модулю) больше допустимой погрешности Δ , хотя бы по одному параметру, то находим второе приближение. Процесс продолжается до тех пор, пока не будет выполнено условие

$$|l_{\text{ОЗ}}(i) - l_{\text{ОЗ}}(i+1)| \leq \Delta l_{\text{ОЗ}},$$

$$|l_{\text{ВП}}(i) - l_{\text{ВП}}(i+1)| \leq \Delta l_{\text{ВП}}.$$

Значения последних приближений $l_{\text{ОЗ}}(i+1)$ и $l_{\text{ВП}}(i+1)$ будем считать условно оптимальными, обозначим их $l_{\text{ОЗ}}^0$ и $l_{\text{ВП}}^0$.

2.10. Графический анализ целевой функции

Ранее, при составлении целевой функции мы видим, что величина критерия (удельные эксплуатационные расходы) зависят от двух переменных. Следовательно, такую целевую функцию представить в графическом виде только в какой-либо триметрической системе (диметрии или изометрии). В общем виде изображение такой функции на плоскости будет выглядеть так, как показано на рис. 2.1.

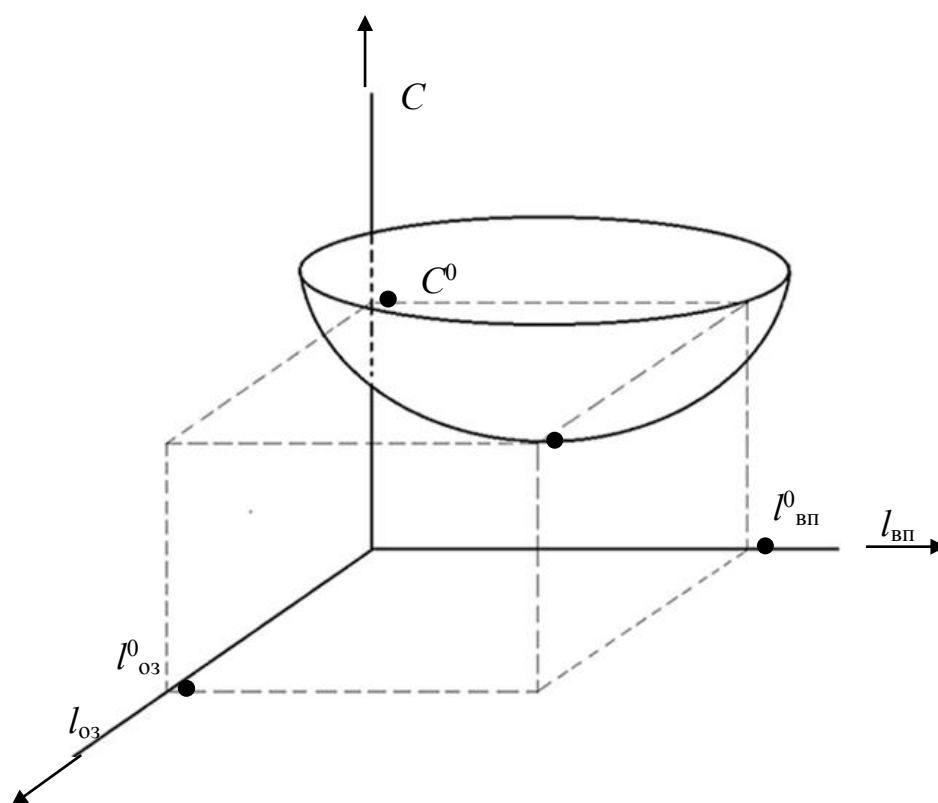


Рис. 2.1. Графическая интерпретация целевой функции

На этом трехмерном графике показано положение экстремальной точки (в заданном случае это *minimum* величины удельных эксплуатационных расходов) и значения параметров при которых достигается *minimum*.

При всех прочих значениях параметров положение точки, показывающей величину удельных расходов, будет находиться на поверхности некоего тела вращения.

Такой график хорошо иллюстрирует общую зависимость, но работать с ним с целью получения количественных решений весьма неудобно. Более того, при числе переменных больше двух мы будем иметь дело с *n*-мерным пространством. Изобразить такую зависимость в виде графика не представляется возможным, она может быть записана в аналитическом виде.

В то же время графические изображения зависимостей дают четкое понимание вида зависимостей от их параметров и это понимание приходит «мгновенно» даже при беглом взгляде на графики.

Для достижения такой «мгновенности» восприятия многомерные зависимости «разлагают» на двумерные графики.

В нашем случае трехмерную целевую функцию «разложим» на два двумерных графика.

Сделаем это следующим образом.

В целевой функции одну из переменных величин представим каким – либо фиксированным значением, тогда получим двухмерную целевую функцию. Затем сделаем тоже с другой переменной. В итоге вместо одной трехмерной функции получим две двухмерные.

И так, в нашей целевой функции в обобщенных коэффициентах (*) зафиксируем параметр l_{o3} его оптимальным значением l_{o3}^0 получим:

$$C = C_1 + C_2 l_{o3}^0 + C_3 l_{вп} + C_4 l_{o3}^0 l_{вп} + \frac{C_5}{l_{o3}^0} + \frac{C_6}{l_{вп}} + \frac{C_7}{l_{o3}^0 l_{вп}} + \frac{C_8 \cdot l_{o3}^0}{l_{вп}} + \frac{C_9 l_{вп}}{l_{o3}^0}.$$

Теперь в этом уравнении l_{o3}^0 величина постоянная. Проведем некоторые преобразования и получим:

$$C = \left(C_1 + C_2 l_{o3}^0 + \frac{C_5}{l_{o3}^0} \right) + \left(C_3 + C_4 l_{o3}^0 + \frac{C_9}{l_{o3}^0} \right) l_{вп} + \left(C_6 + C_8 l_{o3}^0 + \frac{C_7}{l_{o3}^0} \right) \cdot \frac{1}{l_{вп}}$$

Теперь слагаемые в скобках есть суть постоянные величины, являются коэффициентами при переменной $l_{вп}$.

Обозначим:

$$C_1 + C_2 l_{o3}^0 + \frac{C_5}{l_{o3}^0} = D_1;$$

$$C_3 + C_4 l_{o3}^0 + \frac{C_9}{l_{o3}^0} = D_2;$$

$$C_6 + C_8 l_{o3}^0 + \frac{C_7}{l_{o3}^0} = D_3$$

Теперь целевая функция приобрела простой вид:

$$C = D_1 + D_2 l_{вп} + \frac{D_3}{l_{вп}}.$$

Графическая интерпретация этой функции показана на рис. 2.2.

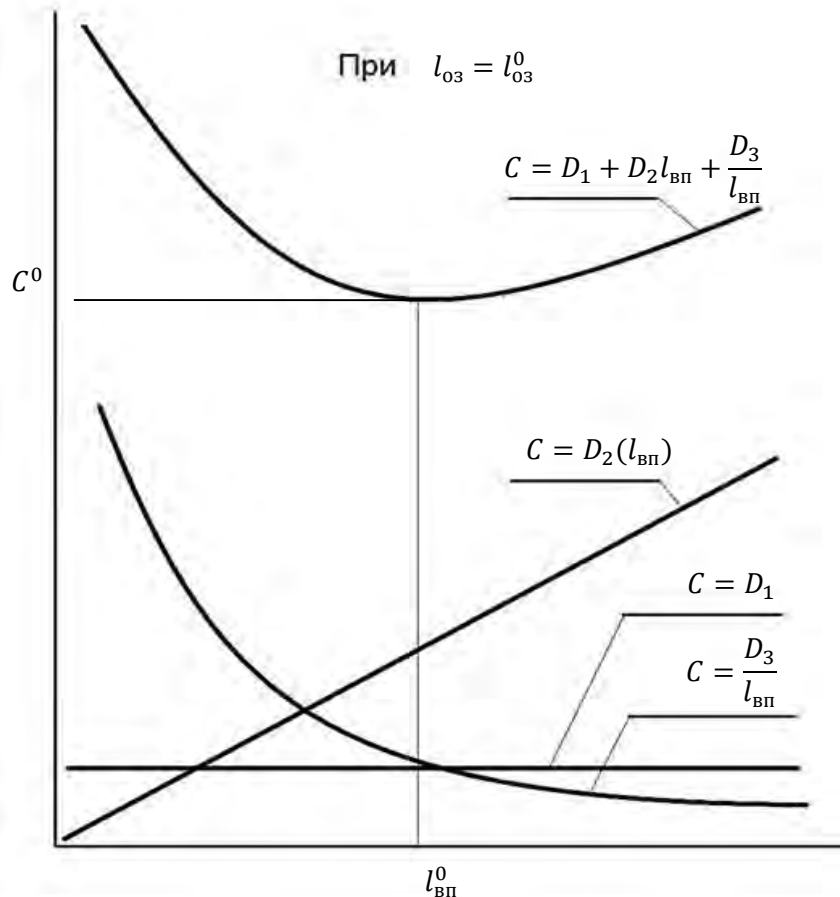


Рис. 2.2. Графический анализ целевой функции при $l_{03} = l_{03}^0$

Примечание. В курсовой работе такой анализ нужно сделать в числах, а график вычертить в масштабе.

Далее, в целевой функции зафиксируем значение параметра $l_{ВП} = l_{ВП}^0$ и получим:

$$C = C_1 + C_2 l_{03} + C_3 l_{ВП}^0 + C_4 l_{03} l_{ВП}^0 + \frac{C_5}{l_{03}} + \frac{C_6}{l_{ВП}^0} + \frac{C_7}{l_{03} l_{ВП}^0} + \frac{C_8 l_{03}}{l_{ВП}^0} + \frac{C_9 l_{ВП}^0}{l_{03}}.$$

В этом уравнении величина $l_{ВП}^0$ является уже не переменной величиной, а коэффициентом.

Сгруппируем слагаемые относительно l_{03} , получим:

$$C = \left(C_1 + C_3 l_{ВП}^0 + \frac{C_6}{l_{ВП}^0} \right) + \left(C_2 + C_4 l_{ВП}^0 + \frac{C_8}{l_{ВП}^0} \right) \cdot l_{03} + \left(C_5 + \frac{C_7}{l_{ВП}^0} + C_9 \cdot l_{ВП}^0 \right) \cdot \frac{1}{l_{03}}.$$

Введем новые обобщенные коэффициенты, тогда целевая функция примет вид:

$$C = B_1 + B_2 l_{03} + \frac{B_3}{l_{03}}.$$

Далее, подставить численные значения коэффициентов B_1 , B_2 и B_3 и произвести графический анализ целевой функции при $l_{ВП} = l_{ВП}^0$.

Диапазон изменения параметров при анализе целевой функции прием достаточно широкий, он может выходить за рамки реальных значений.

Для построения графиков рекомендуем принять следующие значения длины очистного забоя: 50; 100; 150; 200; 250; 300; 350; 400; 450 и 500 м.

Для размера выемочного поля по простиранию: 100; 200; 600; 1000; 1400; 1800; 2200; 2800; 3200; 3600; 4000; 4400 и 5000 м.

Таким образом мы нашли оптимальные значения длины очистного забоя как минимальное значение целевой функции. Но учитывая точность решения задачи определяют не экстремальную точку, а находят область оптимальных значений параметра. В технической литературе есть утверждения, что точность решения подобных задач находится в пределах $\pm 5\%$ от экстремального значения. Это положение иллюстрируется на рис. 2.3.

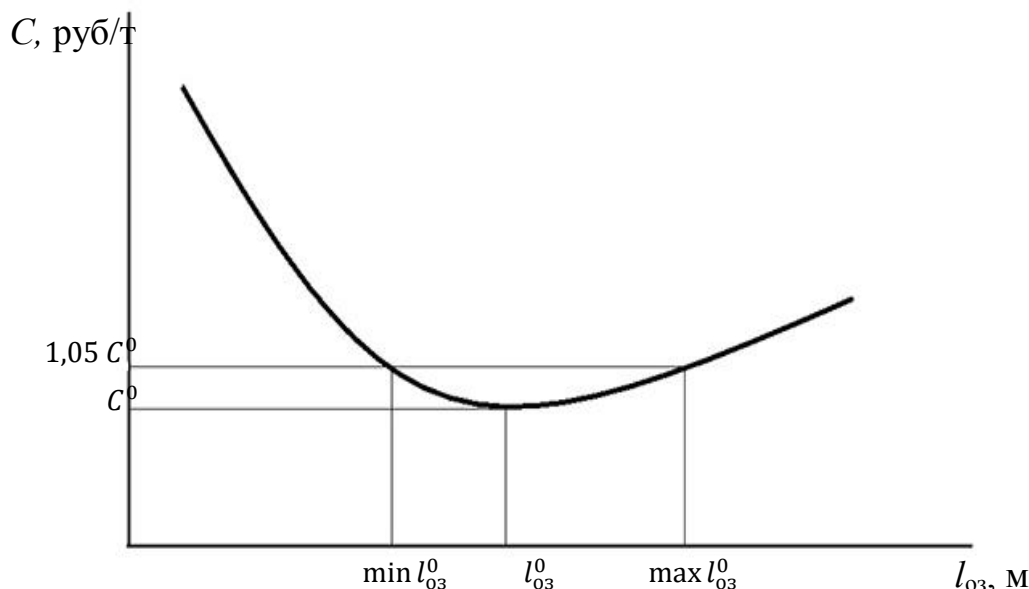


Рис. 2.3. Определение области оптимальных значений

При решении реальных задач обычно на параметры выемочного поля накладываются ограничения (см. математическую формулировку задачи). Конкретные данные по ограничениям получить у руководителя работы.

Рассмотрим ограничения, накладываемые на длину очистного забоя. Это ограничения по условиям проветривания очистного забоя, по конструктивной длине применяемого оборудования, а если наклонная высота этажа фиксирована, то и по целочисленности значения количества подэтажей в этаже.

На график целевой функции нанесем границы ограничений (рис. 2.4) и выделим характерные точки на целевой функции

A – оптимальное значение длины очистного забоя, полученное аналитическим путем без учета ограничений;

B – минимальное значение длины очистного забоя в пределах области оптимальных значений с учетом точности решения задачи;

C – максимальное значение длины очистного забоя;

D – максимально допустимая длина лавы по условиям проветривания;

E – максимальная конструктивная длина оборудования очистного забоя;

G – длина очистного забоя при делении этажа на $n_{пэ}$ подэтажей;

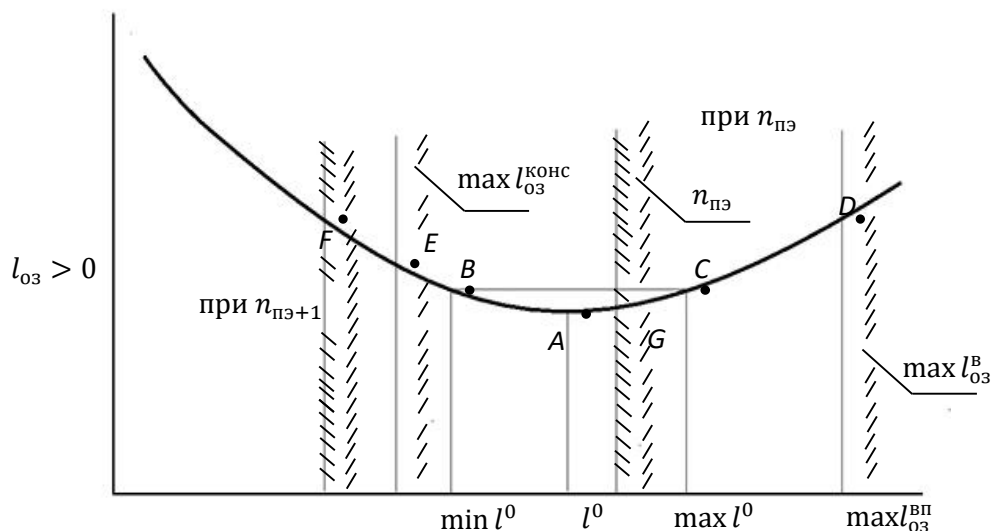


Рис. 2.4. Иллюстрация ограничений, накладываемых на длину очистного забоя

F – длина очистного забоя при делении этажа на $n_{пэ+1}$ подэтажей.

Выводы о принятой длине очистного забоя предлагается читателям сделать самостоятельно.

При решении практических задач может возникнуть ситуация, когда оптимальное значение параметра находится далеко за пределами ограничений, тогда такой анализ целевой функции позволяет наметить мероприятия, которые бы позволили приблизиться к оптимальной длине очистного забоя, обеспечивающей наименьшие расходы на добычу полезного ископаемого.

Например, в рассматриваемом примере такая длина достигается при делении этажа $n_{пэ}$ подэтажей, но принятое оборудование не гарантирует надежной работы при увеличенной длине. Вывод:

1. Следует принять другое оборудование, которое позволило бы принять длину лавы в точке G.

2. Если такого оборудования в настоящее время не изготавливается, то заказать компетентным организациям конструирование и изготовление такого оборудования.

В пособии даны основные указания и рекомендации по выполнению курсовой работы.

Со всеми возникающими вопросами обращаться к руководителю работы.