

## Разработка Экономико-Математической Модели Вскрышных Работ При Определении Технологических Параметров Системы Открытой Разработки

*R. Sh. Naimova<sup>1</sup>, A. A. Mirzaev<sup>2</sup>*

**Abstract:** The increase in the growth rate of mining and the introduction of high-performance dredging and loading and transport equipment have led to the development of new directions in the field of improving the means of delivery of rock mass. The peculiarity and constant complication of mining-geological and mining-technical conditions of open-pit mining operations has given specificity not only to the conditions and mode of operation of high-performance excavation, loading and transport equipment in quarries, but also led to the need for its information support during mining operations. The experience of large quarries shows that the formation of transport mechanisms and control of their parameters is possible only on the basis of taking into account the regularity of the development of the quarry space, mining conditions, as well as studies of the dependence of the energy intensity of road transport with various mining factors.

**Keywords:** open-pit mining, energy, transport, quarries, information, proportionality coefficient, technological scheme, technological processes.

**INTRODUCTION.** Дальнейшее развитие открытой разработки характеризуется вводом в эксплуатацию новых месторождений с мощностью вскрышных пород более 60-80м. Анализ и опыт разработки, показывает, что в будущем на их долю будет приходиться около 70% общих объемов вскрышных работ. Разработка месторождений с такими параметрами возможна при использовании послыной схемы транспортной системы разработки [1-5 Ржевский, Арсентьев, Томаков]. В связи с этим возникает необходимость обоснования ее оптимальных параметров и соответствующих им параметров горнотранспортного оборудования в различных горно-геологических условиях.

Задачей комплексного управления технологическими процессами в стесненных условиях глубоких карьеров, влияющих на грузопотоки карьеров, является определение оптимальных параметров оборудования и технологии горного производства. В связи с этим при решении данной задачи наиболее рациональным представляется применение математического моделирования взаимосвязи добычных и вскрышных работ, как наиболее выгодное формирование грузопотоков.

Наиболее экономичные и рациональные грузопотоки глубокого карьера определяются по минимуму затрат на перевозку добываемых полезных ископаемых и всего объема вынутых вскрываемых пород за расчетный период.

По мнению авторов [6-7] в решении задачи математическими методами основных технологических процессов по оптимизации распределения карьерного транспорта по пунктам погрузки на основе многокритериального имитационного моделирования влияет на производительность экскаваторно-автомобильного комплекса [34], а исследования способов повышения эффективности карьерного транспорта автором составлены однофакторные и двухфакторные аналитические модели, влияющих на грузопоток.

<sup>1,2</sup>Tashkent State Technical University, University



А автором в работе [8] обоснована интегральная оценка влияния эксплуатационных технических характеристик карьерных автосамосвалов, с применением уравнения Лагранжа влияющих на параметры системы разработки и соответственно на грузопоток карьера.

В работе [9] оценено влияние горнотехнических факторов на эксплуатационные параметры карьерных автосамосвалов и аналитически разработаны регрессионные модели зависимости производительности от уклона трассы, времени передвижения, скорости и других показателей.

Технико-экономические показатели и количественная взаимосвязь процессов бурения, взрывания, выемка и перемещение горной массы определяется совокупностью природных условий эксплуатируемых месторождений, а также используемые схемами, механизацией и организацией горных работ на глубоких горизонтах. Необходимая для управления грузопотоками зависимости между полученными результатами и факторными признаками могут быть установлены методами математической статистики. По полученным данным возможно определить для определенных горных участков ожидаемую производительность имеющихся выемочно-погрузочного и транспортного оборудования, необходимую величину фронта работ для применяемых экскаваторов, высоты уступа, ширину рабочей площадки и других элементов работ.

**MATERIAL AND METHODS.** Наличие многочисленных и сложных взаимосвязей делает задачу определения оптимальных параметров схемы практически невыполнимой без применения программного обеспечения. В связи с этим возникает необходимость в экономико-математическом моделировании транспортной системы разработки, позволяющим произвести комплексное технико-экономическое обоснование её оптимальных параметров и соответствующих им параметров применяемого оборудования. Величина удельных приведенных затрат при транспортной системе послойной схемы разработки и как показал анализ проектных материалов определяется в основном затратами на вскрышные и добычные работы, составляющие 80-90% в общих затратах на разработку 1 тонны полезного ископаемого. Это дает основание ограничиться рассмотрением только вскрышных и добычных работ. Критерием оптимальности параметров являются минимальные приведенные затраты на 1 тонну полезного ископаемого. На их величину большое влияние оказывает совокупность ряда факторов, находящихся в тесной взаимосвязи между собой. В диссертационной работе данная взаимосвязь представлена блок-схемой (рис.1). Эти факторы помогают определить параметры горных работ и применяемого горнотранспортного оборудования.



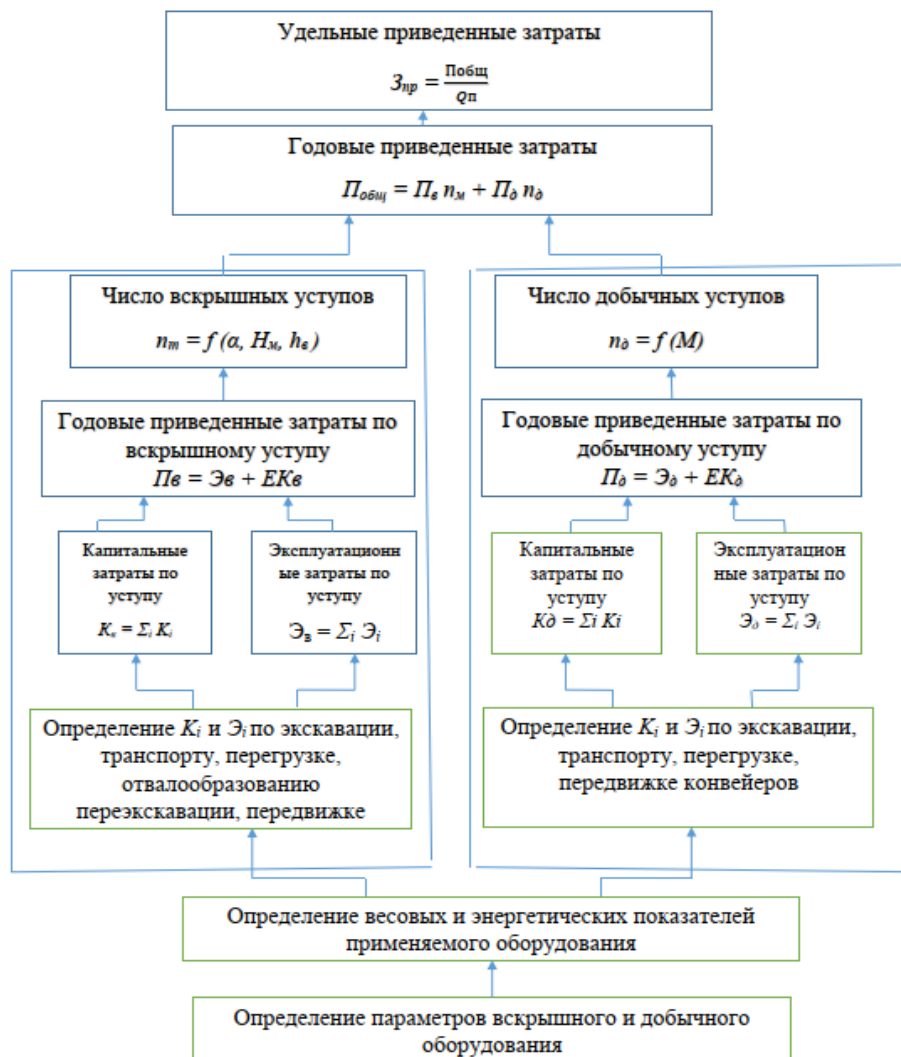
**Рис. 1 Блок-схема взаимосвязи технологических параметров открытых горных работ**

Составление экономико-математической модели вскрышных и добычных работ включает в себя определение зависимостей между горно- геологическими факторами и основными элементами послышной схемы транспортной системы разработки; между основными горно- геологическими и технологическими факторами и основными параметрами применяемого оборудования; весовых и энергетических показателей оборудования от его основных параметров; между весовыми и энергетическими характеристиками применяемого оборудования и капитальными затратами, годовыми эксплуатационными расходами, а следовательно и годовыми приведенными затратами на его содержание.

В результате установления перечисленных зависимостей величина удельных приведенных затрат может быть представлена функцией от горно-геологических (начальной мощности вскрыши в слоях Нт-1 мощности М и угла залегания  $\alpha$  пласта полезного ископаемого) и технологических (годовой производительности слоя Qп и ее ширины Lm высоты вскрышного hв и добычного hд уступов) факторов. При этом целевая (оптимизируемая) функция имеет вид

$$Z_{пр} = \sum_T F (Нт-1, M, \alpha, Qп, Lm, hв, hд) \rightarrow \min$$

Структурная схема экономико-математической модели вскрышных и добычных работ приведена в блок-схеме (рис.2.).



**Рис.2.. Структурная схема экономико-математической модели вскрышных и добычных работ**



Исследования экономико-математической модели слоевой схемы транспортной системы разработки выполнялись с помощью программы Exzel. Поиск оптимальных вариантов для средних условий рудных месторождений осуществляется в пределах следующих ограничений:

$$10m \leq M \leq 60m;$$

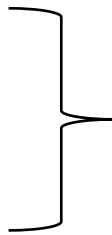
$$10m \leq H_{п} \leq 180m;$$

$$A = 1,5 \text{ и } 30 ;$$

$$4 \text{ млн.т} \leq Q_{п} \leq 35 \text{ млн.т};$$

$$200m \leq L_{m} Q \leq 35 \text{ млн.т};$$

$$20m \leq h_{в} \leq 50m.$$



**CONCLUSION.** Таким образом, исследование экономико-математической модели вскрышных и добычных работ позволяет определить оптимальные параметры послойной схемы транспортной системы разработки для всего диапазона исследуемых горно-геологических условий рудных месторождений. При послойной схеме транспортной системы разработки в отличие от других систем разработок длина фронта работ по каждому уступу сохраняется постоянной. Это позволяет применять при отработке каждого вскрышного уступа однотипные комплексы оборудования непрерывного действия, отличающиеся только протяженностью входящих в них отвальных конвейеров и числом межступных перегружателей. Это значительно упрощает экономико-математическую модель и сокращает потребительный объем вычислений, позволяет исследовать модель при помощи более простых средств вычислительных программ и техники. При этом точность вычислений практически не изменится.

#### References:

1. Фомин С.И. Оптимизация формирования рабочей зоны глубоких карьеров. Доклад на симпозиуме "Неделя горняка – 1998". Москва, МГГУ, 2.02.98 –6.02.98. –С.52–53.
2. Арсентьев А.И. Обоснование методов формирования рабочей зоной карьера управлением шириной рабочих площадок при проектировании открытой разработки крутопадающих рудных месторождений //Автореф... к.техн.наук.– Санкт-Петербург., 2020. – 20 с.
3. Рыжков С.К. Развитие горных работ в карьерном пространстве / Ленинградский горный ин-т. – Л., 1991.С.85–92
4. Демич Л.М., Сытенков В.Н., Шеметов П.А. Опыт эксплуатации и оценка возможностей комплекса ЦПТ как транспортно-перегрузочной системы // «Проблемы открытой разработки глубоких карьеров. Труды Международного симпозиума «Мирный-91». – Удачный: Изд-во НИЦ «Мастер», 1991. С. 377–379.
5. Наимова Р.Ш., Раимжанов Б.Р. Разработка технологической схемы формирования высоких конвейерных отвалов на неоднородном основании // Горный информационно-аналитический бюллетень. – Москва, 2020. - №9. - С.125-137.
6. Снитка Н.П., Равшанов А.Ф., Наимова Р.Ш. Совершенствование методов управления техногенными ресурсами при открытой разработке месторождений Монография. – Т.: «ФАН» 2018.

