

**В.Р. Рахимов, П.А. Шеметов, У.Ф. Насиров, Ш.А. Очиллов**  
**МЕТОДИКА ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНЫХ ВАРИАНТОВ**  
**ОСВОЕНИЯ МАЛОМАСШТАБНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ**  
**МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА**

*Представлена разработанная методика выбора наиболее оптимальных вариантов освоения маломасштабных и техногенных месторождений золота. Установлены: технико-экономические параметры разработки месторождений; выполнено распределение месторождений по вариантам их освоения; зависимости расстояния между базовым заводом и месторождениями от содержания в них металла при различных значениях разницы в извлечении золота на заводе и на местах. Даны рекомендации по наиболее оптимальным местам сооружения перерабатывающих модулей.*

*Ключевые слова: маломасштабные и техногенные месторождения золота, горно-перерабатывающие комплексы, базовый центр, природно-технологические зоны, экономико-математическая модель, решение задачи, снижение затрат.*

---

**Д**обываемое минеральное сырье в Навоийском горно-металлургическом комбинате (Узбекистан), как и во всем мире, имеет тенденцию снижения качества и ухудшения технологических свойств. Анализ эксплуатации горно-перерабатывающих комплексов (ГПК) комбината с оценкой потенциала транспортных, водно-энергетических ресурсов показывает на наличие не полностью реализованных возможностей по расширению минерально-сырьевой базы. При соответствующей разработке эффективных технологических схем отработки и оборудования в перспективе можно частично компенсировать снижение добычи руд из крупных месторождений путем выбора наиболее оптимальных вариантов широкого вовлечения в промышленную эксплуатацию маломасштабных и техногенных месторождений, расположенных в зоне влияния крупных ГПК. Таким образом, для дальнейшего расширения минерально-сырьевой базы, продления срока устойчивой работы ГПК Навоийского горно-металлургического комбината требуется вовлечение в разработку маломасштабных и техногенных месторождений золота.

При освоении маломасштабных и техногенных месторождений золота в сложных природных условиях Кызылкумов следует учитывать некоторые особенности социально-экономического и природного характера: наличие крупных горно-перерабатывающих комплексов Зарафшанского, Учкудукского, Зармитанского, Навоийского с развитой инфраструктурой, способных перерабатывать различные виды золотосодержащего сырья; разнообразие технологических свойств руд и вмещающих пород месторождений; отсутствие дорог, электроэнергии, воды, жилья и т.п.

Традиционные методы проектирования и планирования открытых горных работ, базирующиеся на рассмотрении каждого месторождения в качестве самостоятельного горно-геологического объекта, дают настолько значительные искажения конечного результата, что зачастую расчеты показывают нецелесообразность разработки маломасштабных и техногенных месторождений как таковых.

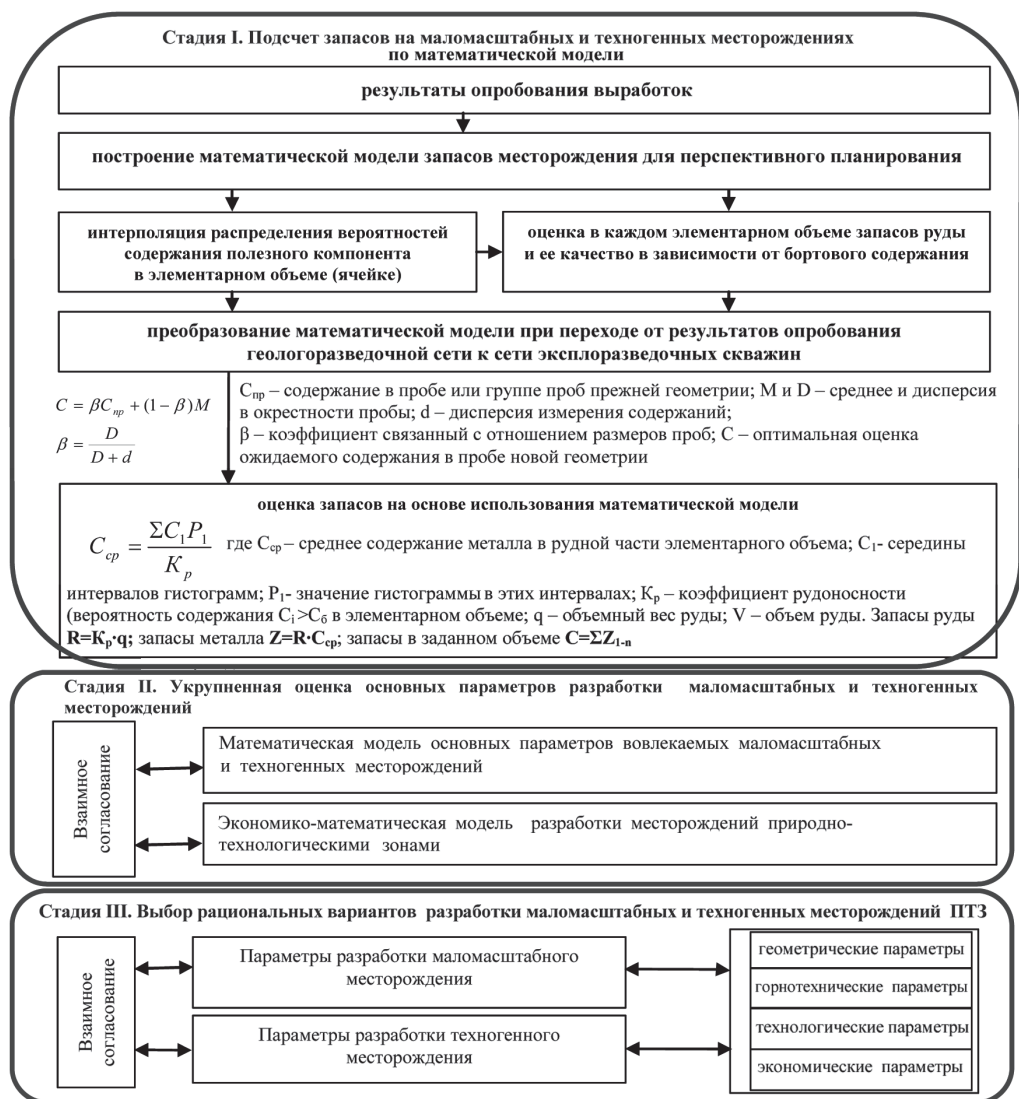
В основу нового подхода положен хорошо зарекомендовавший себя на практике метод зонирования рабочего пространства карьера Мурунтау Навоийского горно-металлургического комбината на природно-технологические зоны (ПТЗ). Это обусловлено тем, что в результате 50-летнего строительства карьера Мурунтау горнодобывающий комплекс стал представлять из себя весьма обширный в пространстве (как по площади, так и по высоте) объект. При этом каждая ПТЗ этого объекта по объему разрабатываемой горной массы, количеству извлекаемого металла и его запасам в недрах, применяемым горно-транспортным оборудованием и схемам вскрытия рабочего пространства, удаленности друг от друга и перерабатывающего производства может рассматриваться как самостоятельное месторождение. Разделение карьера на ПТЗ, а зон на выемочные блоки осуществляется по общему функциональному назначению: вскрышные работы, добычные работы с попутной и основной добычей, целевые работы (проведение вскрывающих выработок, создание площадок для внутрикарьерных складов и т.д.). При этом работы в зонах и на блоках выполняются циклично, последовательно прекращаясь и возобновляясь. Изменение приоритета и значимости ПТЗ во времени требует периодической корректировки планов их развития, а наличие разнородных грузопотоков – согласованного ведения горных работ. Для решения этих задач на карьере Мурунтау используется метод непрерывного проектирования и планирования горных работ.

Рассмотрим более подробно организацию разработки маломасштабных месторождений золота на примере Зарафшанского ГПК в качестве базового завода (центра). К сырьевой базе Зарафшанского ГПЕ можно отнести, кроме разрабатываемых месторождений Мурунтау, Мютенбай и техногенных ресурсов забалансовых и бедных по содержанию руд, маломасштабные месторождения Бесапантау, Бойлик, Триада, Аристантау, Балпантау, Тамдыбулак находящиеся в радиусе от 1 до 70 км от базового завода ГМЗ-2, техногенные ресурсы «хвосты» кучного выщелачивания (КВ), и «вскрыша» карьера Мурунтау, содержащие золото, а также вовлечение в переработку руд, находящихся за контуром объединенного карьера «Мурунтау – Мютенбай» подлежащих разработке открыто-подземным и подземным способами.

Все маломасштабные и техногенные месторождения, тяготеющие по своему расположению и вещественному составу руд к переработке на Зарафшанском ГПК, предложено рассматривать как своего рода ПТЗ карьера Мурунтау. При этом выполнение работ в ПТЗ производится без привлечения дополнительного оборудования и персонала. Высвобождающиеся оборудование и персонал привлекаются с других менее приоритетных на данный момент времени ПТЗ. Таким образом, освоение маломасштабных и техногенных месторождений золота ПТЗ на крупном существующем ГПК в качестве базового центра позволяет снизить общие затраты, маневрировать основными и оборотными средствами и в итоге снизить себестоимость выпуска товарной продукции.

Структурная схема выбора оптимальных вариантов разработки маломасштабных и техногенных месторождений золота представлена на рисунке.

Схема отражает суть проблемы и ориентирована на технико-экономическую оценку целесообразности вовлечения в разработку маломасштабных и техногенных месторождений золота. Выбор оптимальных вариантов разработки месторождений выполняется несколькими этапами при взаимной увязке и уточнении ранее принятых решений. На первой стадии выполняется оценка



**Структурная схема выбора оптимальных вариантов разработки маломасштабных и техногенных месторождений**

запасов маломасштабных и техногенных месторождений на основе использования математической модели. По результатам опробования выработок выполняется построение математической модели запасов месторождения для перспективного планирования включающая в себя: интерполяцию распределения вероятностей содержания полезного компонента в элементарном объеме (ячейке); оценку в каждом элементарном объеме запасов руды и ее качество в зависимости от бортового содержания. На второй и третьей стадии выполняется укрупненная оценка основных параметров разработки месторождений и выбор рациональных вариантов разработки маломасштабных и техногенных

месторождений золота ПТЗ. На второй стадии взаимное согласование включает в себя: математическая модель основных параметров вовлекаемых маломасштабных и техногенных месторождений и экономико-математическая модель разработки месторождений ПТЗ. На третьей стадии взаимное согласование включает в себя: параметры разработки маломасштабного и техногенного месторождения. В них входят: геометрические, горнотехнические, технологические, экономические параметры.

Очевидно, что моментом ввода в эксплуатацию нового маломасштабного или техногенного месторождения должно стать равновесие между технико-экономическими показателями его отработки и показателями отработки худшей (в этот момент времени) ПТЗ карьера Мурунтау (базовый вариант). При этом на маломасштабных и техногенных месторождениях, также как и на карьере Мурунтау, должны выделяться ПТЗ (этапы) отработки. За главный критерий разработки ПТЗ будем считать максимизацию выпуска золота в целом по Зарафшанскому ГПК.

Рассмотрим пример. Для выбора наиболее рациональной ПТЗ разработки маломасштабных и техногенных месторождений определяем экономическую эффективность нескольких вариантов направлений горных работ и видов транспорта по сравнению с базовым, который применяется на карьере на данном этапе разработки. На технико-экономические показатели каждого последующего варианта оказывает влияние предыдущая схема направления горных работ, а эффективность предложенных вариантов зависит от технико-экономических показателей базовой схемы на момент ввода новой. Варианты направления горных работ, предлагаемые на очередном этапе разработки маломасштабных и техногенных месторождений золота отличаются периодом горного производства и временем ввода их в эксплуатацию. Горные работы ведутся на разной глубине карьеров следовательно, в момент перехода к каждому предлагаемому варианту направления работ будут различные технико-экономические показатели. При изменении срока перехода изменяются и затраты по предлагаемому варианту направления работ, что влияет на суммарные затраты на разработку месторождения за определенный промежуток времени.

Например, при базовом варианте (1) годовые затраты на разработку горной массы непрерывно возрастают, что имеет место при использовании автотранспорта. Предлагаются два варианта вскрытия (2, 3), которые могут быть введены в эксплуатацию в  $t_1$  и  $t_2$  годах. В периоды строительства ( $t'_1 - t_2$ ) и ( $t'_1 - t_2$ ) затраты по ним складываются из затрат по базовому варианту и затрат на строительство новой.

После ввода в эксплуатацию затраты по вариантам снизились. Предположим, затраты на строительство обоих вариантов одинаковые, но более ранний ввод в эксплуатацию первого предлагаемого варианта позволил снизить эксплуатационные затраты по сравнению со вторым в период  $t_1 - t_2$ .

Если даже затраты по второму варианту в период  $t_1 - T_k$  окажутся меньше, чем по первому (но в практике горных работ этого не встречается из-за их понижения), то учитывая фактор времени, они могут не перекрыть эффект, полученный по первому варианту в период  $t_1 - t_2$ .

Если сравнить эффективность этих вариантов по приведенным затратам, лучшим может оказаться второй вариант – если у него разница в приведенных затратах по сравнению с базовым больше. При этом эффект, полученный по первому варианту в период  $t_1 - t_2$ , учитываться не будет. Но при суммировании

эксплуатационных и капитальных затрат по годам эксплуатации и строительства этот эффект будет виден.

Чтобы оценить два предлагаемых варианта нужно взять срок рассмотрения их от начала строительства первого ( $t_1^1$ ) до года, когда все три варианта исчерпывают себя (приблизительно через 7–10 лет после ввода в эксплуатацию второго).

До начала строительства первого варианта показатели у предлагаемых вариантов одинаковые с базовым, поэтому не стоит рассматривать эти годы.

Затраты по вариантам составляют:

$$Z_0 = \sum_{t_1^1}^{T_K} (S_{0i} + K_{0i}) \quad (1)$$

$$Z_1 = \sum_{t_1^1}^{t_1} (S_{0i} + K_{0i}) + \sum_{t_1^1}^{t_1} K_{1i} + \sum_{t_1}^{T_K} (S_{1i} + K_{1i}) \quad (2)$$

$$Z_2 = \sum_{t_1^1}^{t_2} (S_{0i} + K_{0i}) + \sum_{t_2^1}^{t_2} K_{2i} + \sum_{t_2}^{T_K} (S_{2i} + K_{2i}) \quad (3)$$

где  $t_1^1$ ,  $t_1$  – годы начала и окончания создания объектов по первому предлагаемому варианту вскрытия, годы;  $t_2^1$ ,  $t_2$  – годы начала и окончания создания объектов по второму предлагаемому варианту вскрытия, годы;  $S_{0i}$ ,  $K_{0i}$  – эксплуатационные и капитальные затраты при базовом варианте в 1-м году;  $S_{1i}$ ,  $K_{1i}$ ,  $S_{2i}$ ,  $K_{2i}$  – эксплуатационные и капитальные затраты в период эксплуатации первого и второго предлагаемого варианта вскрытия в  $i$ -м году.

Предлагаемые варианты должны удовлетворять условию:

$$Z_1 < Z_0, Z_2 < Z_0 \quad (4)$$

Эффективность применения первого варианта по сравнению со вторым составит:

$$\Theta = Z_2 - Z_1 \quad (5)$$

Подставив все значения, получим:

$$\Theta = \sum_{t_1^1}^{t_2} Z_0 + \left[ \left( \sum_{t_2^1}^{t_2} K_{2i} - \sum_{t_1^1}^{t_1} K_{1i} \right) + \sum_{t_2}^{T_K} (Z_2 - Z_1) - \sum_{t_1}^{t_2} Z_{1i} \right] \quad (6)$$

Разработка маломасштабных и техногенных месторождений в современных условиях возможна лишь при обеспечении быстрой окупаемости капитальных вложений с наименьшими затратами. Для Зарафшанского ГПК в качестве базового центра разработку маломасштабных и техногенных месторождений предложено вести по параллельно-последовательной схеме отработки группы месторождений ПТЗ, при этом достигается максимальный индекс доходности при минимальных дисконтированных затратах.

Рассмотрим решение транспортной задачи. На территории, тяготеющей к Зарафшанскому ГПК в качестве базового центра, залегают  $N$ -ое количество разведанных маломасштабных месторождений. Качество и содержание ценного компонента в руде для разных месторождений различное со средним содержанием в пределах  $1 \div 10C_0$ , разработку которых предполагается вести открытым способом. Планируется так организовать их работу, чтобы было возможно вести наиболее эффективную эксплуатацию месторождений.

Для этой цели существуют два основных варианта ведения работ, связанных с добычей, перевозкой и переработкой руды на заводе:

а) добытая руда из карьера в полном объеме доставляется на завод без предварительной переработки на месте, при этом в зависимости от среднего содержания золота  $\rho_c$  будет израсходовано  $\alpha_c$  сумов, а извлечение золота будет составлять величину  $\beta_c$ ;

б) добытую руду предварительно обогащают на месте методом КВ, после чего переработанный концентрат доставляется на завод, при этом в зависимости от среднего содержания золота  $\rho_k$  будет израсходовано  $\alpha_k$  сумов, а извлечение золота будет составлять величину  $\beta_k$ .

Средние показатели содержания золота в руде  $\rho_c$  и в концентрате  $\rho_k$  являются одними из основных факторов, определяющих эффективную работу базового завода. Если содержание поступающей на завод руды будет меньше установленного, то будет происходить удорожание конечного продукта. В обратном случае будет его удешевление, что приведет к экономии средств. По технологическим данным должны быть соблюдены следующие соотношения:  $\beta_c > \beta_k$ ,  $\alpha_c > \alpha_k$  и  $\rho_c > \rho_k$ .

Перевозку добываемой рудной массы организуется проводить по вышеприведенным вариантам следующим образом. Для первого варианта (а) сумма затрат по перевозке тонны руды от  $i$ -го мелкомасштабного месторождения до  $j$ -го гидрометаллургического завода будет составлять величину  $C_{ij}^c$  сумов. При втором варианте (б) сумма затрат по перемещению обогащенной руды в виде концентрата от  $i$ -го месторождения до  $j$ -го завода будет равна  $C_{ij}^k$  сумов. Обычно  $C_{ij}^k \geq C_{ij}^c$ , однако за счет того, что концентрат по объему намного меньше количества исходной руды, затраты на перевозку концентрированного продукта в целом могут быть меньше, т.е.  $C_{ij}^k < C_{ij}^c$ . Кроме затрат на перевозку рудной массы появляются расходы, связанные с процессом обогащения руды на месте методом кучного выщелачивания. Эти расходы состоят из двух частей:  $e_i^T$  – затраты, связанные только с технологическим процессом кучного выщелачивания руды, и  $e_i^n$  – затраты, связанные с потерями полезных компонентов при кучном выщелачивании.

Выше было отмечено, что  $\beta_c > \beta_k$ , отсюда можно определить разницу  $\beta_n = \beta_c - \beta_k$ . Эта разница представляет собой проценты потерь полезных ископаемых при двух вариантах организации работы: по перевозке всей руды и при ее переработке, а также перевозке концентрата с дальнейшей его переработкой.

Если содержание металла в руде на  $i$ -м месторождении составляет  $\rho_i$ , тогда после проведения обогащения содержание металла будет равно  $\rho_i \cdot O_i$ , где  $O_i$  – коэффициент обогащения руды, который устанавливает увеличение содержания металла при обогащении. Этот коэффициент обычно определяется в зависимости от среднего заводского показателя  $\rho_k$ , куда отправляется данный концентрат. Для пересчета на 1 т руды показатель  $O_i$  можно не учитывать. Таким образом, если рыночная цена одного грамма золота равна величине  $\theta$  сумов, то тогда сумма, связанная с потерями металла  $e_i^n$  будет равна

$$e_i^n = \theta \cdot \rho_i \cdot \beta_n \quad (7)$$

Во сколько раз увеличится содержание золота в концентрате, во столько раз уменьшится общее количество концентрата относительно перерабатываемой руды. Если перерабатывается  $N_T$  руды, то полученное количество концентрата будет равно  $N_T / O_i$ .

Для вычисления суммы затрат на тонну руды, связанных с обогащением и перевозкой рудной массы от  $i$ -го месторождения до  $j$ -го завода можно вывести формулу в следующем виде:

$$C_{ij}^0 = e_i^T + e_i^n + C_{ij}^k / O_i \quad (8)$$

Затраты на весь технологический процесс обработки тонны руды без предварительного обогащения будут равны:

$$d_{ij}^c = C_{ij}^c + \alpha \quad (9)$$

Затраты на весь технологический процесс с предварительным обогащением вычисляется по формуле:

$$d_{ij}^k = C_{ij}^k / O_i + e_i^T + e_i^n + \alpha_k (1 + \beta_n) / O_i \quad (10)$$

Теперь можно решить вопрос о целесообразности применения технологического процесса по вариантам (а) или (б). Если  $d_{ij}^c < d_{ij}^k$  то целесообразно применять технологический процесс (а), если  $d_{ij}^c \geq d_{ij}^k$  то – процесс (б). Используя этот критерий, можно оценивать каждое месторождение и находить минимальную стоимость перевозки руды или концентрата  $C_{ij}$ , которые составляют элементы матрицы цен для решения транспортной задачи линейного программирования.

$$C_{ij} = \begin{cases} d_{ij}^c < d_{ij}^k & C_{ij}^c \\ d_{ij}^c \geq d_{ij}^k & C_{ij}^o \end{cases} \quad (11)$$

Если величиной  $x_{ij}$  обозначить количество руды, перемешаемого от  $i$ -го месторождения до  $j$ -го завода, то можно ввести следующие ограничения для этих переменных:

$$\sum_{i=1}^N x_{ij} \leq M_j^3 \quad j = 1, 2, 3 \quad (12)$$

$$\sum_{i=1}^3 x_{ij} \leq M_i^m \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (13)$$

где:  $M_j^3$  – мощность каждого  $j$ -го завода;  $M_i^m$  – производственная мощность  $i$ -го карьера;

Общие затраты определяются по следующей формуле:

$$Z = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^3 C_{ij} \cdot x_{ij} + \alpha_c \cdot U^c + \alpha_k \cdot U^k \cdot (1 + \beta_n) / O_i \quad (14)$$

где:  $U^c$  – количество руды, переработанной по варианту (а), т;  $U^k$  – то же по варианту (б), т.

При этом должны выполняться следующие равенства

$$\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^3 x_{ij} = U^c + U^k \quad (15)$$

Они являются балансовыми критериями для решения транспортной задачи.

Таким образом, сформулирована транспортная задача следующего характера: требуется найти такие значения показателей  $x_{ij}$ , удовлетворяющих критериям (12) – (14) и (15) и дающие минимальные значения для целевой функции (14).

На основе вышеприведенной методики составлена программа расчетов на ЭВМ для выбора оптимальных вариантов освоения маломасштабных и техногенных месторождений. К исходным данным относятся расстояния от месторождений до базового завода, содержание в руде и концентрате, извлечение на заводе и в карьерах при кучном выщелачивании, расходы на извлечение металла из руды на заводе и переработки концентрата, затраты на кучное выщелачивание при технологическом процессе и потери из-за недоизвлечения золота при этом способе.

В результате расчетов определены распределения месторождений по вариантам их освоения. Для вариантов, различающихся между собой по разнице извлечения золота соответственно в условиях завода и на карьерной площадке при процессе КВ взяты крайние показатели при извлечении металла. При первом варианте эта разница составляет 15%, при втором – 40%. То есть при 95% извлечении золота на заводе, в карьере соответственно в первом случае извлекается 70%, а во втором соответственно 55%.

Рассчитан и третий вариант с применением новых принципов по переработке руды на месте. При этом разница в извлечении на заводе и на местах уменьшается до 0%. Этот вариант отличается тем, что руды месторождений перерабатываются на месте по упрощенным или неполным технологическим схемам.

Таким образом, установлено что для маломасштабных месторождений Беспантау, Бойлик, Триада необходимо применять технологический процесс (а), предусматривающий перевозку всей добытой руды до базового завода, т.е. руда из карьера доставляется на ГМЗ-2 без предварительной переработки в полном объеме. При уменьшении разницы между степенью извлечения на заводе и в карьере возрастает число маломасштабных месторождений Балпантау, Тамдыбулак, Аристантау руду которых более выгодно перерабатывать в концентрат методом КВ – процесс (б).

При разных значениях разницы в извлечении золота на базовом заводе и на месте залегания следует, что с уменьшением разницы в извлечении сокращается расстояние, при котором выгодно на базовый завод перевозить концентрат, а не рудную массу. При увеличении содержания металла на месторождении возрастает граница, когда доставка руды на базовый завод осуществляется в виде концентрированного продукта.

Обоснование мест сооружения модульных передвижных обогатительных фабрик в пределах зон влияния базовых заводов носит методологический характер и не имеет цели жесткой привязки к географическим пунктам в связи с передвижным характером модулей. Для обоснования мест сооружения передвижных модулей кроме характеристик самих маломасштабных месторождений привлечены данные по расположению в структуре горных отводов НГМК линий ЛЭП и водоводов, транспортных артерий и жилых поселков, содержащих определенный потенциал трудовых ресурсов.

Так, в пределах зон влияния базового завода ГМЗ-2 рекомендовано сооружение передвижных модулей в районе месторождения Тамдыбулак для дробления руды и подготовки концентрата из маломасштабных месторождений Тамдыбулак, Балпантау, являющихся дополнительной сырьевой базой рудника.

Разнообразие технологических свойств руд на маломасштабных и техногенных месторождениях обуславливает необходимость применения компактных перерабатывающих комплексов с широкими технологическими возможностями. При этом необходимо учитывать, что при разработке золоторудных месторождений помимо товарной руды, направляемой для переработки на базовый

завод, остается значительное количество забалансовой руды, переработка которой на базовом заводе экономически нецелесообразна. Такую руду следует переработать до полуфабрикатов непосредственно в районе добычи, используя для этих целей модульные установки и комплектные технологические линии.

Таким образом, разработана методика выбора наиболее оптимальных вариантов освоения маломасштабных и техногенных месторождений золота, различающихся способом переработки добываемой руды:

- добытая руда из карьера в полном объеме доставляется на завод без предварительной переработки на месте;
- добытую руду предварительно обогащают на месте методом КВ, после чего переработанный концентрат доставляется на завод;
- руду после добычи направляют к ближайшим промежуточным модулям, где происходит ее обогащение по неполным технологическим схемам, затем полученный концентрат доставляется на завод.

В результате расчетов установлены:

- технико-экономические параметры разработки маломасштабных и техногенных месторождений;
- распределение маломасштабных месторождений по вариантам их освоения;
- зависимости расстояния между базовым заводом и месторождениями от содержания в них металла при различных значениях разницы в извлечении золота на заводе и на местах;
- определены условия применения компактных перерабатывающих модулей, подбираемых с учетом конкретных горно-геологических и горнотехнических условий и факторов. Даны рекомендации по наиболее оптимальным местам сооружения перерабатывающих модулей. **ПИАБ**

## **КОРОТКО ОБ АВТОРАХ**

---

Рахимов В.Р. – доктор технических наук, профессор, академик АН РУз,

Шеметов П.А. – доктор технических наук,

Насиров У.Ф. – доктор технических наук, зав. кафедрой,

Очилов Ш.А. – ассистент,

Ташкентский государственный технический университет им. А.Р. Беруни, Узбекистан,

e-mail: tstu\_info@mail.ru.

---

UDC 622.271:622.342.13

## **OPTIMUM SCENARIO SELECTION PROCEDURE FOR GOLD MINING AT SMALL-SIZE GOLD FIELDS AND MINE WASTE DUMPS**

Rahimov V.R., Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of AS RUz,

Shemetov P.A., Doctor of Technical Sciences,

Nasirov U.F., Doctor of Technical Sciences, Head of Chair,

Ochilov Sh.A., Assistant,

Tashkent State Technical University named after A.R.Beruni, Uzbekistan, e-mail: tstu\_info@mail.ru.

---

*The author has developed the procedure for selecting optimum scenarios of gold extraction at small-size gold fields and mine waste. Mining performance characteristics are defined, gold fields are ranked in terms of the mining scenarios, and the distances between the gold field and preparation plants are related with the gold content of the fields at different values of the difference between gold recoveries at the plant and on the mine site. The most optimum locations for a preparation plant construction are recommended.*

*Key words: small-size gold fields and gold-containing mine waste, mining-and-processing integrated works, basic center, nature-and-technology zones, economical-mathematical model, problem solution, cost saving.*