

**СНИТКА Н.П.** (Навоийский горно-металлургический комбинат, Навои, Узбекистан)

**РАИМЖАНОВ Б.Р.** (Узбекский научно-исследовательский и проектно-изыскательский институт геотехнологии и цветной металлургии «O'zGEORANGMETLITI», Ташкент, Узбекистан)

**НАИМОВА Р.Ш.** (Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова, Ташкент, Узбекистан)

## ОБОСНОВАНИЕ НАПРАВЛЕНИЙ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ТЕХНОГЕННЫХ РЕСУРСОВ ГЛУБОКИХ КАРЬЕРОВ

Целью публикации является решение научно-практической проблемы рационального использования пространственных техногенных ресурсов при открытой разработке на примере глубокого карьера Мурунтау. Приводится обзор работ ученых в данной области. Отражены их основные результаты, описаны используемые методы и подходы. Применяемый метод исследований в публикации основывается на рассмотрении направлений использования и функционального назначения формирования техногенных массивов при открытой разработке месторождений: хранение пород, обеспечение безопасности работ, стабилизация технологических процессов, формирование конструктивных элементов карьера. На основе анализа применения технологии внешнего и внутреннего отвалообразования при разработке сложноструктурных месторождений установлено, что формирование внешних и внутренних отвалов должно происходить в согласованном режиме с развитием выработанного пространства карьеров.

Внедрение полученных результатов позволяет повысить эффективность освоения минерально-сырьевого потенциала с увеличением производства высоколиквидной на мировом рынке продукции и улучшением технико-экономических показателей горных работ.

*Ключевые слова:* месторождение, открытая разработка, отвал, горная масса, конвейерный транспорт, автомобильный транспорт, деформация, бортовое содержание, техногенные ресурсы, выработанное пространство, внешнее пространство

### Введение

Открытый способ добычи доминирует сегодня и будет доминировать в обозримом будущем. Особенностью открытых горных работ на современном этапе является постоянное увеличение объемов извлекаемой, перемещаемой и складированной горной массы, что сопровождается соответствующим и согласованным увеличением объемов пространства, образуемого при извлечении полезного ископаемого из недр, и объемов пространства, заполняемого отходами добычи, которыми в текущем периоде являются вскрышные породы, некондиционное полезное ископаемое и забалансовая руда [1–5]. Одновременно происходит образование пространственных техногенных ресурсов в виде выработанного пространства карьеров и сопряженного с ним пространства на земной поверхности, заполняемого извлеченными из недр породами. Вопрос об использо-

вании таких ресурсов обостряется с увеличением масштабов открытых горных работ [5, 6].

Накопленный опыт свидетельствует о том, что изменение подхода к использованию пространственных ресурсов при открытой разработке позволит повысить эффективность освоения месторождений и снизить техногенную нагрузку на окружающую среду. Одним из путей решения эффективного использования техногенных ресурсов является применение внутреннего отвалообразования. О потенциальных возможностях рассматриваемого ресурса свидетельствует например тот факт, что основной объем вскрышных пород размещается во внешних отвалах с соответствующим изъятием земельных участков. Но резервы по заполнению пространства, выделенного для этих целей, исчерпаны далеко не полностью. Особое значение фактор размещения извлеченного из недр минерального сырья

имеет при разработке сложноструктурных месторождений [7–12].

Анализ практики формирования техногенных массивов при открытой разработке месторождений позволяет выделить следующие основные направления их использования и функционального назначения (рис. 1) [13–15].



Рис. 1. Функциональное назначение техногенных массивов

Хранение пород – главное функциональное назначение техногенных массивов при внешнем и внутреннем отвалообразовании.

При этом такое хранение может быть краткосрочным (перегрузочные пункты карьера), долгосрочным (склады забалансовой руды и другого минерального сырья) и постоянным (отвалы пустой породы). Формирование и отработка складов долгосрочного хранения забалансовой руды имеют особое значение для сложноструктурных месторождений, когда в переработку вовлекаются забалансовые руды, а их отгрузка из карьера и со складов должна вестись в согласованном режиме. Причем освобождаемое от складов пространство целесообразно повторно заполнить минеральным сырьем с другими потребительскими свойствами. При этом должны быть решены научно-технические задачи, связанные с согласованием развития выработанного пространства, вовлечения в переработку забалансовой руды и порядка формирования техногенных массивов с учетом

повторного использования пространственных ресурсов.

**Обеспечение безопасности работ** – применяется для сохранения устойчивости деформационно-опасных участков борта карьера. Реализация такой функции техногенного массива предусматривает создание внутреннего отвала, примыкающего к борту карьера и играющего роль призмы упора для прогнозируемой или реально проявившейся деформации.

**Стабилизация технологических процессов** – применяется для надления технологического потока свойствами адаптации к перерывам в работе его отдельных элементов, чем достигается устойчивость системы в целом. Обеспечивается созданием буферных складов на стыках разнородных элементов технологического потока, которые по сути являются техногенными массивами для краткосрочного хранения горной массы.

**Формирование конструктивных элементов карьера** – применяется для создания транспортной связи отдельных зон или горизонтов карьера с основными транспортными коммуникациями. Реализуется через создание насыпных временных и постоянных съездов, а также участков выездных траншей.

Породы в техногенные массивы могут укладываться с использованием точечного (при конвейерном транспорте), периферийного (при автомобильном и железнодорожном транспорте) или площадного (при автомобильном транспорте и доставке пород скреперами) способов.

Управление безопасностью формирования техногенных массивов может основываться на адаптации высоты массива к несущей способности основания, управляемом развитии деформации массива и создании массивов с устойчивой конфигурацией в плане.

Теория и практика освоения техногенных ресурсов при открытой разра-

ботке месторождения Мурунтау требует более пристального рассмотрения в силу уникальности этого природного объекта, а также особенностей ведения горных работ, формирования техногенных массивов и использования минерального сырья.

Освоение месторождения Мурунтау имеет некоторые особенности, способствующие использованию пространственных ресурсов.

1. Месторождение в совокупности образовано сходящимся книзу пучком рудных тел, который в верхней наиболее широкой части представлен линейными прожилковыми и штокверковыми зонами с невыдержанной структурой, ветвящимися вокруг сравнительно мощного «ствола». В средней части месторождения преобладают более выдержанные штокверковые зоны при заметном сокращении сопутствующих рудных тел. В нижней части месторождения большинство сопутствующих рудных тел выклинивается, а в «стволе» появляются протяженные пережимы. Следствием такого строения месторождений является прекращение горных работ на разной глубине по мере выклинивания сопутствующих рудных тел.

2. Содержание золота закономерно убывает от максимального значения в центре до практически нуля на периферии залежей, а рудная масса и пустые породы не различаются по физико-механическим свойствам. Поэтому граница сортов руды с разными потребительскими свойствами устанавливается условно по данным опробования массива. При этом с течением времени требования к качеству товарного сырья снижаются, а бортовое содержание уменьшается, но в любом случае выделенная товарная руда находится в окружении рудной массы более низкого качества, которая в перспективе может менять свой статус. Поэтому

после извлечения товарной руды в Северном заливе и на западном фланге карьера в недрах остается низкосортная рудная масса, которая может быть использована в качестве основания для размещения рудной массы такого же качества, извлекаемой попутно в других частях карьера (использование принципа «подобное к подобному») [2, 17]. Целесообразность такого решения обусловливается тем, что с течением времени эта рудная масса может быть переведена по социально-экономическим соображениям в разряд товарной руды, а ее размещение предлагаемым образом не мешает возможному продолжению горных работ в карьере.

3. По мере увеличения глубины карьера участки его борта в верхней и средней части достигают граничного контура, тогда как в нижней части горные работы продолжаются. При этом отдельные участки борта, поставленные в предельное положение, имеют откосы, углы наклона которых меньше угла естественного откоса пород. Поэтому такие участки борта потенциально пригодны для размещения техногенных массивов, а опытно-промышленные работы по формированию первого такого массива проведены [17]. В результате этих работ в средней части откоса западного борта карьера сформирован отвал вскрышных пород, который как бы нависает над рабочей зоной карьера (рис. 2). Параметры такого «висячего» отвала: высота 45 м, длина верхней площадки 170 м при ширине до 40 м. В настоящее время опытно-промышленные работы временно приостановлены, послужив иницирующим импульсом к разработке научно-технического обоснования этого способа формирования отвалов.

4. Развитие транспортной системы, ориентированной на применение автомобильно-конвейерного транспорта, во

многим определяет особенности формирования рабочей зоны глубокого карьера с ограниченным ресурсом выработанного пространства. В таких карьерах транспортные коммуникации неизбежно занимают часть рудных площадей, имеют сложную конфигурацию, а изменение их расположения сопряжено со значительными объемами дополнительных горно-подготовительных работ и увеличением расстояния перевозки. В карьере Мурунтау для рационализации транспортного комплекса применяют буферные склады и насыпные транспортные коммуникации, что повышает эффективность работы транспорта и позволяет расцеличить запасы полезного ископаемого.

При ограниченном ресурсе выработанного пространства для буферных складов автомобильно-конвейерного комплекса в ряде случаев целесообразно использовать техногенные массивы с кратковременным хранением горной массы, размещаемые на взорванной части разрабатываемого уступа. При этом горная масса в уступе и техногенном массиве должна иметь одинаковые потребительские свойства.

5. Сложное строение месторождения с широким диапазоном изменения потребительских свойств горной массы обуславливает необходимость формирования различных грузопотоков, направляемых на склады краткосрочного, длительного или постоянного хранения. Срок существования временных складов в этом случае находится в обратной зависимости от содержания золота в ней: чем меньше содержание, тем больше проходит времени до вовлечения руды в переработку. Этот фактор следует учитывать при формировании временных техногенных массивов.

По мере понижения требований к потребительским свойствам товарной руды в переработку вовлекается забалан-

совая руда из карьера и временных складов. При этом пространство, освобожденное от временных складов, следует использовать повторно для размещения горной массы с более низкими потребительскими свойствами. На основании этих рассуждений можно сделать вывод о том, что развитие выработанного пространства карьера, использование пространственных ресурсов, первичное размещение временных складов, изменение требований к потребительским свойствам товарной руды, отгрузка забалансовой руды из временных складов и повторное заполнение освобожденного пространства должны выполняться в согласованном режиме по времени, пространству и производственному циклу. Для разработки научно-методических основ такого согласованного режима развития и использования пространственных ресурсов целесообразно использовать энергетические затраты, приняв в качестве ориентира сохранение их постоянного уровня на протяжении всего периода освоения месторождения [10, 18].

По пространственному положению, вещественному составу и технологическим признакам вскрышные породы карьера могут быть разделены на две группы: вскрышные породы в контурах рудной зоны (внутренняя вскрыша с содержанием 0,5–0,8 г/т) и вскрышные породы за контуром рудной зоны (внешняя вскрыша, практически не содержащая золота). Интерес к этим породам обусловлен тем, что в результате выполненных научно-исследовательских работ для месторождения Мурунтау найден делительный признак, позволяющий с достоверностью 90–95 % из горной массы методом кусковой и порционной сортировки выделять руду с заданным содержанием золота [19–22].

Вовлечение в переработку пород внутренней вскрыши, сосредоточенных во внешних отвалах, требует технико-экономической оценки с адаптацией накопленного опыта разработки сложно-структурных месторождений природного происхождения к условиям сформированных техногенных месторождений (обоснование сети эксплуатационной разведки, уточнение методики построения сортовых планов, определение рациональной выемочной порции, обоснование кондиций на извлекаемую рудную массу и т.п.) [23].

6. Настоятельная необходимость в рациональном использовании земельных ресурсов имеется даже в пустынных районах. Тем более что в национальном законодательстве об охране окружающей среды ограничения по высоте техногенных массивов отсутствуют.

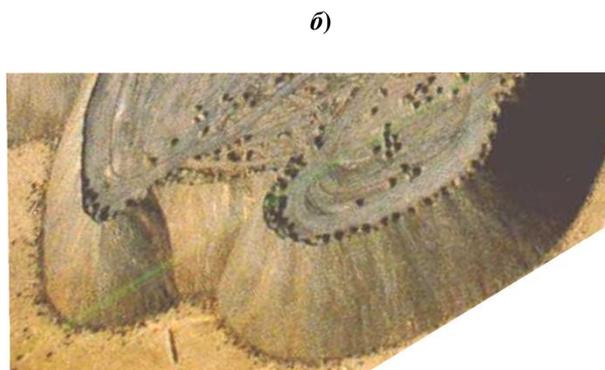
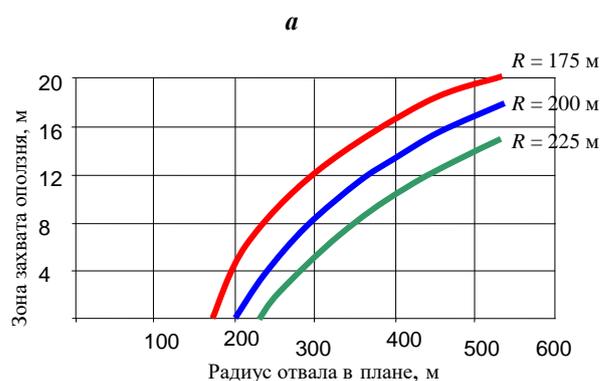
Однако формирование высоких отвалов осложняется неоднородностью несущей способности пород основания, что вынуждает снижать высоту яруса отвала, ориентируясь на участки основания с наименьшей несущей способностью. В частности, при открытой разработке месторождения Мурунтау проектная высота яруса отвала принята в размере 60 м, а максимально возможная оценивается в 140–170 м. Такое решение приводит к недоиспользованию потенциальной вместимости отвала в 1,5–2,5 раза и ухудшению технико-экономических и экологических показателей разработки месторождений. Поэтому были разработаны научно-технические основы управления безопасностью формирования высоких одноярусных отвалов на неоднородном

по несущей способности основании [24, 25].

Примером реализации такой концепции управления безопасностью техногенных массивов на неоднородном по несущей способности основании является технология формирования автомобильных отвалов карьера Мурунтау. В основу этой технологии была положена установленная взаимосвязь кривизны трещины отрыва и зоны захвата оползня с формой отсыпаемого отвала. Для этого понижение высоты отвала, как способ предотвращения деформации, было заменено изменением выпуклой конфигурации отвала в плане на вогнутую конфигурацию с радиусом, равным радиусу трещины отрыва на его поверхности. При такой форме отвала развитие деформаций практически исключается, что позволяет отсыпать отвалы на основания с пониженной несущей способностью без уменьшения их высоты.

Физический смысл такого решения заключается в том, что по мере изменения конфигурации отвала с выпуклой на вогнутую происходит уменьшение зоны захвата. При достижении вогнутым отвалом радиуса, равного радиусу трещины отрыва, зона захвата отсутствует (рис. 2, а), поэтому деформации такого отвала не происходит. Так, например, для радиуса трещины отрыва  $R = 200$  м при радиусе вогнутого отвала соответственно 500 м, 300 м и 200 м зона захвата оползня равна 17, 8,5 и 0 м.

Пример реализации предложенного способа управления устойчивостью одноярусного отвала приведен на рис. 2, б.



**Рис. 2. Графики зависимости величины зоны захвата оползня от радиуса вогнутого отвала – *a* и пример реализации предложенного способа управления устойчивостью отвала – *б*:**

*R* – радиус трещины отрыва на верхней площадке отвала

Выполненные исследования по повышению эффективности использования внешних пространственных ресурсов показали, что отвалы карьера Мурунтау могут формироваться на устойчивом, ослабленном и слабом основании, а предельная высота отвала на устойчивом основании в 1,5–2,0 раза выше, чем на слабом основании. При этом возможная высота одноярусных отвалов может достигать 140–170 м, а принятая в проекте – 60 м, что приводит к увеличению площади отвалов, снижает эффективность отвалообразования, а устранение этих недостатков требует разработки новых технологических схем отвалообразования.

Основной причиной нарушения устойчивости отвалов является несоответствие их высоты несущей способности пород основания. Кроме того, параметры деформации зависят от кривизны отвала в плане. Статистической обработкой установлена взаимосвязь с параметрами отвалов (коэффициент корреляции равен 0,86), зоны захвата оплзня от радиуса отвала в плане:

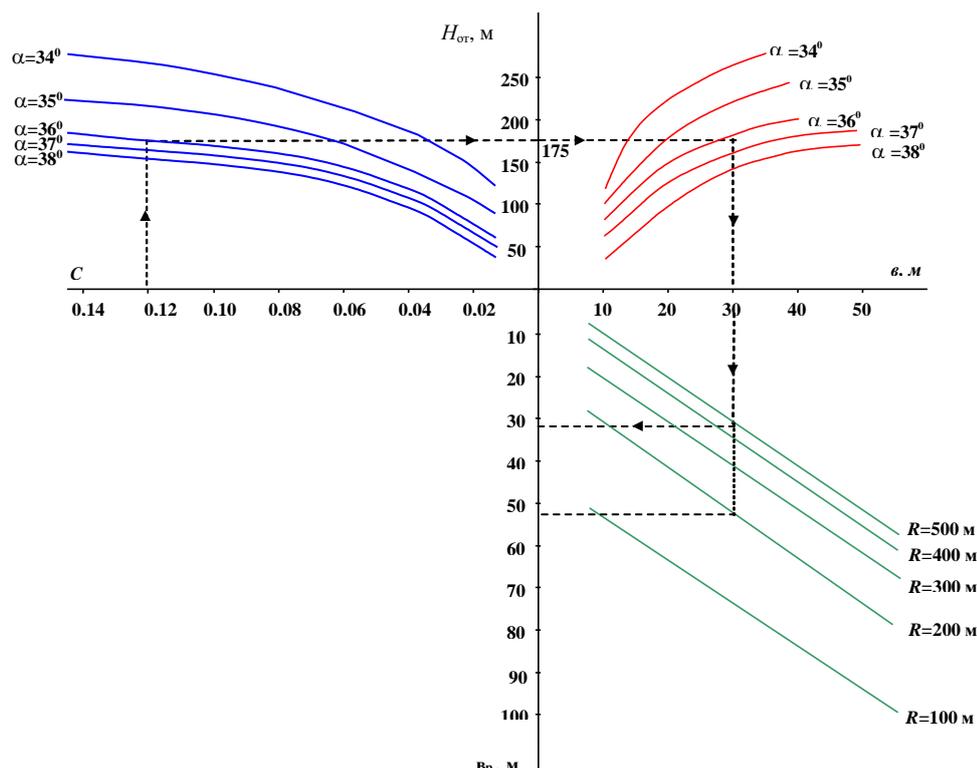
$$v_p = v_\infty + \frac{1612,9}{R^{0,728}} - 15,$$

где  $v_p$  – зона захвата оползня при криволинейном отвале;  $v_\infty$  – зона захвата оползня при прямолинейном отвале;  $R$  – радиус отвала в плане.

Полученная зависимость положена в основу графоаналитического метода оперативного определения параметров деформации на криволинейных отвалах. С этой целью разработана номограмма для определения зоны захвата оползня (рис. 3) в зависимости от инженерно-геологических характеристик пород основания для разной высоты отвала.

Разработанные технологические схемы обеспечивают безопасность формирования высоких одноярусных техногенных массивов с одновременным повышением эффективности использования внешнего пространственного ресурса при автомобильном транспорте в 1,15–1,20 раза, а при конвейерном транспорте – в 1,3–1,5 раза.

Для оценки осуществимости и определения этапности внутреннего отвалообразования в условиях карьера Мурунтау выполнен графический анализ формирования выработанного пространства наиболее перспективных участков бортов карьера.



**Рис. 3.** Номограмма для определения высоты отвала  $H_{от}$  зоны захвата оползня при различных горно-технических условиях

Приведенный на рис. 4 разрез рабочего пространства карьера позволяет сделать вывод, что в западной части месторождения финальная форма карьера IV очереди отстроена таким образом, что до отметки +210 м (на глубину 345 м) в законтурном пространстве отсутствует рудная минерализация. Оработка законтурных рудных тел на нижележащих горизонтах путем расширения карьера по поверхности экономически нецелесообразна в связи с огромным коэффициентом вскрыши.

Применение в карьере Мурунтау большегрузных автосамосвалов предопределяет бульдозерный способ отвалообразования, который по технологии формирования и организации работ подразделяется на два способа – периферийное и площадное.

При периферийном отвалообразовании автосамосвалы разгружаются по периферии отвального фронта в непосредственной близости от верхней бровки отвального откоса или под от-

кос (рис. 5). Часть или вся порода в этом случае бульдозером сталкивается под откос.

При площадном отвалообразовании разгрузка породы из самосвалов производится по всей площади или значительной части отвала, а затем бульдозером планируют отсыпанный слой породы, после чего цикл повторяется (рис. 6).

К таким условиям относятся прежде всего складирование склонных к деформации пород при большой высоте отвала и значительных просадках свежотсыпанной породы в зоне разгрузки автосамосвалов около верхней бровки отвала. Кроме того, площадное отвалообразование применяется для интенсификации строительства насыпных транспортных коммуникаций при наличии двустороннего доступа к месту производства работ.

При периферийном отвалообразовании целесообразно выделить и отдельно рассмотреть частый случай точечного формирования отвала (рис. 7).

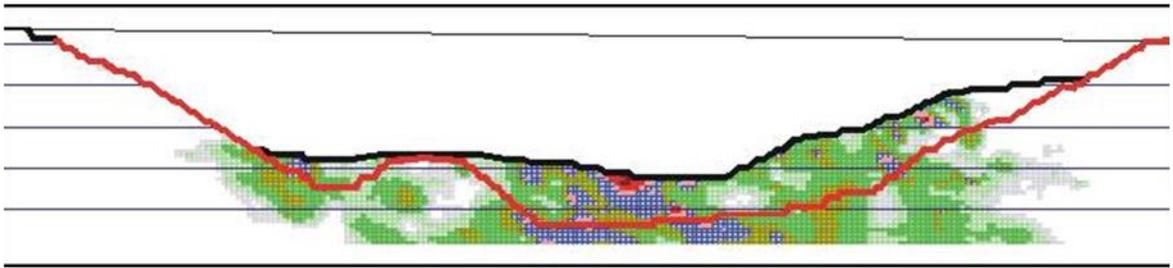


Рис. 4. Состояние рабочего пространства – 1 и финальные границы карьера IV очереди – 2



Рис. 5. Разгрузка автосамосвала на откос отвала при периферийном способе отвалообразования



Рис. 6. Вид отвала при площадном отвалообразовании



Рис. 7. Вид внутреннего отвала при его формировании точечным способом на большую высоту

Данный способ характерен тем, что при большой высоте разгрузки породы, например непосредственно с борта карьера, время ее накопления в отвальном ярусе до формирования разгрузочной площадки может быть весьма продолжительным.

Достоинством данного способа является максимальное использование наиболее экономичного гравитационного перемещения горной массы и возможность сохранения постоянным расстояния транспортирования породы в отвал. Но в связи с тем что в месте разгрузки автосамосвалов не образуется угол естественно откоса породы, необходимы дополнительные меры, обеспечивающие безопасность ведения работ. Ими могут быть как технологические приемы, например разгрузка автосамосвалов на некотором удалении от верхней бровки отвала и перемещение породы в отвал бульдозером, так и технические мероприятия, например организация эстакадных отвалов (которые широко описаны и применяются при отвалообразовании на косогорах). В последнем случае у верхней бровки отвала возводится железобетонный или бутобетонный барьер, обеспечивающий безопасную разгрузку автосамосвалов под откос. Несмотря на необходимость дополнительных строительных работ, этот метод позволяет исключить бульдозерные работы на отвале.

### **Заключение**

Накопленный опыт применения технологии внешнего и внутреннего отвалообразования при разработке крутопадающих месторождений позволяет сделать вывод о том, что формирование внешних и внутренних отвалов должно происходить в согласованном режиме с развитием выработанного пространства карьеров. Такое согласованное развитие пространственных ресурсов предполагает разработку стратегии согласованного

развития и использования пространственных ресурсов при открытой разработке месторождений.

Необходимость согласованного развития пространственных ресурсов влечет за собой:

- систематизацию технологических решений по использованию пространственных ресурсов;
- выбор критерия оценки эффективности и определение принципов использования пространственных ресурсов;
- определение условий безопасного заполнения пространственных ресурсов с формированием техногенных массивов, параметры которых обеспечивают возможность их эффективной отработки в будущем;
- определение рационального порядка заполнения, освобождения и повторного использования пространственных ресурсов;
- требование относиться к сформированным техногенным массивам, не имеющим сегодня потребительской ценности, как к потенциальным источникам минерального сырья, если для этого в настоящее время имеются хотя бы весьма условные теоретические предпосылки.

### **Библиографический список**

1. Ахмедов Н.А. Минерально-сырьевая база народного хозяйства Узбекистана и перспективы её развития // Горный журнал. – 2003. – №5.
2. Шеметов П.А., Сытенков В.Н. Стратегия развития золотодобычи Узбекистана в новых экономических условиях // Горный вестник Узбекистана. – 2010. – №1. – С.7-14.
3. Сытенков В.Н. Управление пылегазовым режимом глубоких карьеров. – М.: Геоинформцентр, 2003. – 287с.
4. Толстов Е.А. и др. Процессы открытой разработки рудных месторождений в скальных массивах. – Ташкент.: Фан, 1999. – 276 с.
5. Кучерский Н.И. Научно-технические проблемы технологических процессов горных работ // Горный журнал. – 1992. – №2.

6. Образцов А.И. Месторождение Мурунтау. Опыт изучения и разработки. –Ташкент: Фан, 2001. – 211 с.
7. Сытенков В.Н., Наимова Р.Ш. Научно – технические основы использования пространственных техногенных ресурсов при открытой разработке месторождений // Горный журнал. Специальный выпуск: Цветные металлы. –2008. –№8. – С.31-36.
8. Сытенков В.Н., Наимова. Повышение эффективности использования техногенных ресурсов при открытой разработке месторождений // Горный Вестник Узбекистана. Специальный выпуск: Цветные металлы. – 2008. – №8. – С.31-36.
9. Анистратов Ю.И. Проектирование карьеров. – М.: НПК «Гемос Лиметед», 2003. – 173 с.
10. Сытенков Д.В. Метод формирования комплексной механизации технологических потоков на карьерах со сложными горно-геологическими условиями. Авторефер. дис. ... канд. техн. наук. – М.: МГРА, 1998.
11. Филиппов С.А. Основные положения теории рациональной разработки месторождений полезных ископаемых // Горный вестник Узбекистана. – 1997. – №1
12. Шеметов П.А. Повышение эффективности использования георесурсного потенциала при разработке месторождений. – Ташкент: Фан АН РУз, 2005. – 122 с.
13. Сытенков В.Н., Руднев С.В., Наимова Р.Ш. Оценка перспектив вовлечения в переработку пород с низким содержанием полезного компонента на месторождении Мурунтау // Цветные металлы. – 2009. – №6 – С. 49-53.
14. Кучерский Н.И. Современные технологии при освоении коренных месторождений золота. – М.: Изд. дом «Руда и металлы», 2007. – 696 с.
15. Наимова Р.Ш. Обоснование рациональных приемов формирования единичных отвалов // Горный вестник Узбекистана. – 2010. – №2. – С. 35-39.
16. Совершенствование процессов открытой разработки сложно структурных месторождений эндогенного происхождения / Н.И. Кучерский и др. – Ташкент: ФАН, 1998. – 254 с.
17. Шеметов П.А., Коломников С.С. Поэтапное внутреннее отвалообразование – перспектива дальнейшего развития глубокого карьера Мурунтау // Горный вестник Узбекистана. 2007. – №3. – С. 35-39.
18. Лукьянов А.Н., Толстов Е.А., Иоффе А.М. Перспективы открытой разработки месторождения Мурунтау // Горный журнал. – 1998. – №8. – С.33-35.
19. Мальгин О.Н., Латышев В.Е., Петренко В.З., и др Разработка технологий крупнопорционной сортировки руд месторождений Мурунтау // Цветные металлы, 1999. – №7. – С. 32-34.
20. Федянин С.Н. О возможности разделения пород и руд месторождения Мурунтау рентгенорадиометрическим способом. / Теория и практика разработки месторождения Мурунтау открытым способом. – Ташкент: Фан, 1997. – С. 135-141.
21. Аристов. И.И., Рубцов С.К., Снитка Н.П. Опыт поэтапного совершенствования методики нормирования и учета потерь и разбухания руды на карьерах Навоийского ГМК // Горный вестник Узбекистана. – 2006. – №4. – С. 38 – 42.
22. Федянин С.Н. Рентгенорадиометрическая сепарация золотосодержащих руд с позиции геостатистики. // Горный журнал. 2007. – №5. – С. 22-25.
23. Аристов И.И., Снитка Н.П. Совершенствование методики нормирования и учета потерь и разубоживания руды // Горный журнал. – № 5. – 2007. – С.73-76.
24. Правила безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом. – Ташкент: Узбекистан, 1995. – 126 с.
25. Наимова Р.Ш. Разработка технологии формирования высоких одноярусных отвалов при переменной несущей способности основания: Дис. ... канд. техн. наук. – Навои: 2005. – 116 с.

“Gornye nauki i tehnologii”/ “Mining science and technology”, 2018, No. 1, pp. 59-68

<b>Title:</b>	<b>SUBSTANTIATION OF WAYS FOR RATIONAL USE OF DEEP PIT TECHNOGENIC RESOURCES</b>
<b>Author 1:</b>	Name & Surname: <b>N.P. Snitka</b> Company: <b>Navoi Mining and Metallurgy Combinat</b> Address: <b>27, Navoi Str., Navoi, The Republic of Uzbekistan, 210100</b> Scientific Degree: <b>Cand. Sci. (Tech.)</b>
<b>Author 2:</b>	Name & Surname: <b>B.R. Raimjanov</b>

	Company: <b>Uzbek research and design and exploration institute of geotechnology and non-ferrous metallurgy «O`zGEORANGMETLITI»</b> Address: <b>15, Babur Str., Tashkent, The Republic of Uzbekistan, 100100</b> Scientific Degree: <b>Dr. Sci. (Tech.)</b> Contacts: <b>b.raimjanov@mail.ru</b>
<b>Author 3:</b>	Name & Surname: <b>R.Sh. Naimova</b> Company: <b>Tashkent State Technical University named Islam Karimov (TSTU)</b> Address: <b>2, Universitetskaya Str., Tashkent, The Republic of Uzbekistan, 100095</b> Scientific Degree: <b>Cand. Sci. (Tech.)</b> Contacts: <b>nrano-67@rambler.ru</b>
<b>DOI:</b>	<b>10.17073/2500-0632-2018-1-59-68</b>
<b>Abstract:</b>	The purpose of the paper is to solve the scientific and practical problem of the rational use of technogenic resources in open-pit mining as exemplified by deep Muruntau open pit. Overview of the studies in this area is given. Their main results are summarized, and the methods and approaches used are described. The research method used is based on reviewing lines of use and functional purpose of a technogenic mass formation in the course of open-pit mining: rock storage, ensuring work safety, stabilizing production processes, forming structural elements of an open pit. Based on the analysis of applying the method of external and internal dumping while developing deposits of complicated structure, it has been established that the formation of external and internal dumps should be coordinated with the development of mined-out space of open pits. Implementation of the results obtained makes it possible to increase efficiency of deposit development with increasing output of high-saleable products both for domestic and world market and improving mining performance indicators.
<b>Keywords:</b>	deposit, open-pit mining, dump, rock mass, conveyor transport, road transport, deformation, cut-off grade, technogenic resources, mined-out space, external space.
<b>References:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ahmedov N.A. Minerakno-siryevaya baza narodnogo hozyaystva Uzbekistana I prspektivi eye razvitiya [<i>Mineral and raw materials base of the national economy of Uzbekistan and prospects for its development</i>]. Gornyi Zhurnal = Mining Journal, 2003, no. 5.</li> <li>2. Shemetov P.A., Sitenkov V.N. Strategiya razvitiya zolotodobichi Uzbekistana v novix ekonomicheskix usloviyax [<i>Strategy for the development of gold mining in Uzbekistan in the new economic conditions</i>]. Gorniy vestnik Uzbekistana, 2010, no. 1, pp. 7-14.</li> <li>3. Sitenkov V.N. Upravlenie pilegazovim rejimom glubokix kar'yerov. [<i>Control of the dust and gas regime of deep quarries</i>]. Moscow, Geoinfomtsestr, 2003, 287 p.</li> <li>4. Tolstov E.A., et al. Protsessi otkritoy razrabotki rudnix mestorojdeniy v skal'nix massivax [<i>Processes of open development of ore deposits in rock massifs</i>]. Tashkent, Fan, 1999, 276 p.</li> <li>5. Kucherskiy N.I. Nauchno-texnicheskie problemi texnologicheskix protsessov gornix rabot [<i>Scientific and technical problems of technological processes of mining operations</i>]. Gornyi Zhurnal = Mining Journal, 1992, no. 2.</li> <li>6. Obratsov A.I. Mestorojdenie Muruntau. Opit izucheniya i razrabotki [<i>The Muruntau deposit. Experience in studying and developing</i>]. Tashkent, Fan, 2001, 211 p.</li> <li>7. Sitenkov V.N., Naimova R.Sh. Nauchno-texnicheskie osnovi ispol'zovaniya prostranstvennix texnogennix resursov pri otkritoy razrabotke mestorojdeniy [<i>Scientific and technical basis for the use of spatial technogenic resources in the open development of deposits</i>]. Gornyi Zhurnal = Mining Journal. Spec. issue: Non-ferrous metals, 2008, no. 8, pp. 31-36.</li> <li>8. Sitenkov V.N., Naimova R.Sh. Povishenie effektivnosti ispol'zovaniya</li> </ol>



- texnogennix resursov pri otkritoy razrabotke mestorojdeniy [*Increasing the efficiency of the use of technogenic resources in the open development of deposits*]. Gorniy vestnik Uzbekistana. Spec. issue: Non-ferrous metals, 2008, no. 8, pp. 31-36.
9. Anistratov Yu.I. Proektirovanie kar'yerov [*Designing of quarries*]. Moscow, NPC "Gemos Limeted", 2003, 173 p.
10. Sitenkov D.V. Metod formirovaniya kompleksnoy mexanizatsii texnologicheskix potokov na kar'yerax so slojnimi gorno-geologicheskimi usloviyami [*The method of forming a complex mechanization of technological flows in quarries with complex mining and geological conditions*]. Synopsis diss. kand. techn. sci. Moscow, MSRA, 1998.
11. Filippov S.A. Osnovnie polojeniya teorii ratsional'noy razrabotki mestorojdeniy poleznix iskopaemix [*The main provisions of the theory of rational mining of mineral deposits*]. Gorniy vestnik Uzbekistana. 1997, no. 1.
12. Shemetov P.A. Povishenie effektivnosti ispol'zovaniya georesursnogo potentsiala pri razrabotke mestorojdeniy [*Increasing the efficiency of the use of geo-resource potential in the development of deposits*]. Tashkent, Fan, AN Ruz, 2005, 122 p.
13. Sitenkov V.N., Rudnev S.V., Naimova R.Sh. Otsenka perspektiv vovlecheniya v pererabotku porod s nizkim sodержaniem poleznogo komponenta na mestorojdenii Muruntau. [*Evaluation of the prospects of involving in processing of rocks with a low content of a useful component in the Muruntau deposit*]. Tsvetnie metalli, 2009, no. 6, pp. 49-53.
14. Kucherskiy N.I. Sovremennye texnologii pri osvoenii korennix mestorojdeniy zolota [*Modern technologies in the development of indigenous gold deposits*]. Moscow, PH "Ore and Metals", 2007, 696 p.
15. Naimova R.Sh. Obosnovanie ratsional'nix priyemov formirovaniya yedinichnix otvalov [*Rationale for rational methods of forming single dumps*]. Gorniy vestnik Uzbekistana, 2010, no. 2, pp. 35-39.
16. Kucherskiy N.I., et al. Sovershenstvovanie processov otkritoy razrabotki slojnostrukturnich mestorojdeniy endogennogo proishogdeniya [*Perfection of the processes of open development of complex structural deposits of endogenous origin*]. Tashkent, Fan, 1998, 254 p.
17. Shemetov P.A., Kolomnikov S.S. Poetapnoe vnutrennee otvaloobrazovanie – perspektiva dal'neyshego razvitiya glubokogo kar'yera Muruntau [*Stepwise internal dumping – the prospect of further development of the deep Muruntau quarry*]. Gorniy vestnik Uzbekistana, 2007, no. 3, pp. 35-39.
18. Lukyanov A.N., Tolstov E.A., Ioffe A.M. Perspektivi otkritoy razrabotki mestorojdeniya Muruntau [*Prospects for the open development of the Muruntau deposit*]. Gornyi Zhurnal = Mining Journal, 1998, no. 8, pp. 33-35.
19. Mal'gin O.N., Latishev V.E., Petrenko V.Z., et al. Razrabotka texnologiy krupnoporcionnoy sortirovki rud mestorojdeniy Muruntau [*Development of technologies for large-scale sorting of ores from the Muruntau deposits*]. Tsvetnie metalli, 1999, no. 7, pp. 32 – 34.
20. Fedyanin S.N. O vozmozhnosti razdeleniya porod i rud mestorojdeniya Muruntau rentgenoradiometricheskim sposobom. [*On the possibility of separating the rocks and ores of the Muruntau deposit by X-ray radiometric methods*]. Teoriya i praktika razrabotki mestorojdeniya Muruntau otkritim sposobom [*The theory and practice of development of the Muruntau deposit by open method*]. Tashkent, Fan, 1997, pp. 135- 141.
21. Aristov I.I., Rubtsov S.K., Snitka N.P. Opit poetapnogo sovershenstvovaniya metodik normirovaniya i ucheta poter' i razubojivaniya rudi na kar'yerax Navoiyskogo GMK [*The experience of step-by-step improvement of the methods of rationing and accounting for ore losses and depletion at the quarries of Navoi Mining*]. Gorniy vestnik Uzbekistana, 2006, no. 4, pp. 38 – 42.
22. Fedyanin S.N. Rentgenoradiometricheskaya separatsiya zolotosoderjashix rud s pozitsii geostatistiki [*X-ray radiometric separation of gold-bearing ores*



*from the position of geostatistics*]. Gornyi Zhurnal = Mining Journal, 2007, no. 5, pp. 22-25.

23. Aristov I.I., Snitka N.P. Sovershenstvovanie metodiki normirovaniya i ucheta poter' i razubojvaniya rudi [*Improvement of the methodology for rationing and recording losses and dilution of ore*]. Gornyi Zhurnal = Mining Journal, 2007, no. 5, pp. 73 – 76.

24. Pravila bezopasnosti pri razrabotke mestorojdeniy poleznix iskopaemix otkritim sposobom [*Safety rules for the development of mineral deposits open way*]. Tashkent, Uzbekistan, 1995, 126 p.

25. Naimova R.Sh. Razrabotka tehnologii formirovaniya visokih odnoyarusnih otvalov pri peremennoy nesushey sposobnosti osnovaniya [*Development of technology for the formation of high single-tier dumps at variable bearing capacity of the base*]. Diss. Cand. Tech. Sci. Navoiy, 2005, 116 p.