

## ГОДОВОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ГОРНЫХ РАБОТ НА ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ КАРЬЕРАХ: СТРУКТУРИЗАЦИЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

*В.В. Загубинога, В.В. Панченко, А.М. Эрперт, Государственный ВУЗ “Национальный горный университет”, Украина*

Выполнена структуризация принятия решений при годовом планировании, которая является основой для дальнейшей параметризации, оптимизации и создания, в конечном итоге, системной методики годового планирования горных работ в железорудных карьерах.

**Связь с предыдущими научными работами.** Как показал анализ методологии планирования горных работ на железорудных карьерах, главным направлением ее развития является создание моделей и методов, которые было предложено назвать системными [1, 2]. Они должны объединить преимущества применяемых в настоящее время моделей и методов: традиционных (технологических), геоинформационных и оптимизационных, а также обеспечить реализацию системного подхода при планировании горных работ [3].

Особенности задач планирования горных работ создают предпосылки такого методологического объединения в рамках теории принятия решений [4]. Очевидно также, что полноценная реализация системных моделей и методов возможна только в составе систем автоматизированного планирования горных работ [5].

**Содержание исходной методики годового планирования.** Как известно, что в настоящее время в практике планирования горных работ применяются, в основном, традиционные (технологические) методы. Название, конечно, условное, но отображает тот факт, что они сформировались первыми, исходя из практических потребностей технологии открытой разработки и профессиональных возможностей технолога по подготовке и принятию решений.

Единой методики их реализации в настоящее время нет, что обуславливается различием горно-геологических условий, технологических схем горных работ и последующих переделов, автономным характером предприятий и сложившимися в практике их работы традиционными приемами и способами. Однако для всех уровней планирования эти методы основываются на общем принципе: “наборка” объемов горной массы и проверка выполнения необходимых объемно-качественных показателей извлекаемой горной массы.

Обобщая практику годового планирования горных работ, можно представить его традиционную методику состоящей из следующих общих для большинства предприятий шагов:

1) за определенное время до конца текущего года, необходимое для формирования и согласования плана горных работ на следующий год, фиксируется фактическое положение горных работ и выполнение плановых объемно-качественных показателей текущего годового плана;

2) рассчитываются объемы выемки горной массы по выемочным блокам за оставшийся период (по производительности выемочного оборудования), определяется ожидаемое выполнение текущего годового плана по объемно-качественным показателям и положение горных работ на конец года;

3) если плановые объемно-качественные показатели текущего года не выполняются, то устанавливаются причины и разрабатываются мероприятия по безусловному их выполнению; если плановые объемно-качественные показатели текущего года выполняются, то проверяется выполнение других необходимых технологических условий; если все условия выполняются, то подготавливаются исходные данные для годового планирования горных работ на следующий год;

4) выполняется “наборка” объемов горной массы по выемочным блокам с учетом принятой расстановки и загрузки оборудования, определяется ожидаемое выполнение годового плана по объемно-качественным показателям и положение горных работ на конец следующего года;

5) если плановые объемно-качественные показатели следующего года не выполняются, то формируется другой вариант “наборки” объемов горной массы по выемочным блокам для измененных исходных данных (повторение п. 3); если все условия выполняются, полученное распределение объемов выемки горной массы по выемочным блокам представляется в табличной и графической формах и после утверждения становится планом горных работ на следующий год.

Формулировки пунктов приведенной традиционной методики не охватывают все множество вопросов, возникающих при планировании горных работ на разных карьерах. Они отражают только те действия, которые, на наш взгляд, можно считать общими. Дальнейшая детализация будет отражать разнообразие конкретных горно-геологических, горно-технических, технологических и других условий, которое практически трудно отобразить в одной методике, и сделает ее информационно избыточной и громоздкой.

Кроме того, как уже отмечалось, действия и реализация этой методики ориентированы на подготовку и принятие решений только технологом, исходя из его профессиональных возможностей, в т.ч. и опыта.

**Обоснование цели работы.** Представленная выше традиционная методика рассматривалась как технологическая основа ее последующей системной реализации. Содержание пунктов 1) – 5) анализировалось с позиций применения теории принятия решений, трехмерных геоинформационных моделей месторождения, карьера и его объектов, а также методов оптимизации при выборе окончательного варианта годового плана.

Согласно концепции принятия решений, состав и структура процесса принятия решений (методики решения задачи) определяется выполнением трех последовательных этапов уменьшения неопределенностей: структуризацией, характеристикой (параметризацией) и оптимизацией элементов задачи и связей между ними. Всякая попытка нарушить эту последовательность, “проскочить” через этапы структуризации или параметризации, или смешать их, неизбежно приводят к потере логики решения задачи, ошибкам в суждениях и, следовательно, к ошибкам в решениях [4].

Очевидно, планирование по своей сути является процессом принятия решения о выборе конкретного варианта плана. Следовательно, структурируя процесс принятия решений при планировании, мы, тем самым, структурируем процесс планирования – определяем составные части и последовательность планирования, т.е. создаем структурную основу методики планирования.

В этой связи целью работы является структуризация принятия решений, как начального этапа реализации системной методики годового планирования горных работ на железорудных карьерах.

**Конкретизация механизма взаимосвязи календарного и годового планирования в аспекте структуризации принятия решений.** Как известно, все уровни планирования осуществляют плановое сопровождение фактического хода технологических процессов, взаимодействуя каждый со своими смежными уровнями путем обмена директивной и учетной информацией. Очевидно, что составные части, выделяемые при структуризации конкретного уровня планирования должны учитывать отмеченное взаимодействие.

Для уровня годового планирования это обстоятельство усложняется тем фактом, что для него плановые показатели устанавливаются двумя видами планирования: годовым (выполняется перед началом очередного года) и календарным (проектируется перед началом очередного 5-летнего периода).

Естественно, в методологическом плане годовое планирование функционально взаимосвязано с календарным планированием горных работ. Последнее определяет годовые объемы выемки горной массы и контуры карьера по годам для текущего пятилетнего периода соответственно принятой производственной мощности, т.е. возможным максимальным годовым объемам добычи руды. Календарный план разрабатывается на стадии проектирования для первого пятилетнего периода и на стадии эксплуатации карьера перед началом очередного пятилетнего периода или при корректировке проекта. Установленный таким образом кален-

дарный план выполняет функцию верхнего ограничения для годового плана по руде.

С другой стороны, изменчивость объемов заказов на готовую продукцию комбината, требований рынка к ее качественным и стоимостным показателям, а также других факторов, приводит к тому, что годовые планы могут изменяться практически ежегодно. Соответственно будут изменяться расхождения между плановыми объемно-качественными показателями работы и контурами карьера согласно этим двум планам. Очевидно, что величина расхождения будет определять резерв производственной мощности. Вследствие изменчивости годового плана, резерв может настолько увеличиться, что станет нецелесообразным, или станет нулевым, что тоже нецелесообразно. Оба случая могут послужить основанием корректировки календарного плана проекта.

Таким образом, при принятом выше подходе к определению производственной мощности карьера календарный план и годовой план горных работ различны по сути. Поэтому при разработке годового плана не следует исходить из условия минимизации расхождения между их плановыми объемно-качественными показателями извлекаемой горной массы (что довольно часто рекомендуется в научных публикациях).

Следует отметить и вторую важнейшую функцию календарного планирования: по сути, оно является стратегическим планированием [6]. С учетом очень существенных особенностей интерпретации этого понятия применительно к горно-обогатительным железорудным комбинатам можно считать календарные планы стратегическим ориентиром для годовых. На наш взгляд, это означает, что необходимый объем выемки горной массы при годовом планировании следует распределять с минимальным отклонением от пространственных фигур выемки горной массы согласно календарному плану. Существенное различие в пространственном положении пространственных фигур выемки горной массы в годовых и календарных планах обуславливает существенное различие в годовых плановых контурах карьера, в т.ч. и за пятилетний период. Это может повлечь за собой необходимость корректировки всех последующих пятилетних контуров текущего этапа карьера.

Следует также отметить, что имеет место и другой подход к определению понятия производственной мощности карьера. В практике и даже в научных публикациях понятия “производственная мощность карьера” и “производительность карьера” часто используются в смысле плановых объемов выемки горной массы. В этом случае календарный и годовой планы горных работ по своей сути одинаковы. Но, как и прежде, календарный план разрабатывается на стадии проектирования для 5-летних периодов очередного этапа карьера и по годам для первого пятилетнего периода. На стадии эксплуатации карьера он разрабатывается по годам перед началом очередного пятилетнего периода или при корректировке проекта. Аналогично годовые планы разрабатываются перед каждым очередным годом и в большей степени учитывают изменчивость неценовых и ценовых, внутренних и внешних факторов. Это приводит к тому, что годовые планы могут изменяться тоже практически ежегодно.

Соответственно, как и при первом подходе, возникают расхождения между плановыми объемно-качественными показателями работы и годовыми контурами карьера этих двух планов. Очевидно, что величина этих расхождений уже не определяет резерв производственной мощности карьера, и величина планового объема выемки горной массы по годовому плану может превышать этот показатель по календарному плану. Вторая функция календарного плана остается без изменений: как и при предыдущем подходе, он служит стратегическим ориентиром при установлении годового плана (с учетом допустимой величины расхождений).

Следует особо отметить, что при обоих подходах доминирующей процедурой является именно годовое планирование: именно календарные планы корректируются из-за расхождений с годовыми, а не годовые “подгоняются” под календарные.

Изложенный выше механизм взаимосвязи календарного и годового планирования, как уже отмечалось, должен учитываться, в частности, при структуризации годового планирования. Так, например, анализом технологической ситуации должны устанавливаться величины и причины расхождения по таким возможным группам показателей:

а) между фактическими (расчетными) показателями и плановыми объемно-качественными

и контурными заданиями годового планирования;

б) между директивными и плановыми объемно-качественными заданиями годового плана;

в) между плановыми объемно-качественными и контурными заданиями годового и календарного плана;

г) между фактическими (расчетными) и плановыми объемно-качественными и контурными заданиями календарного плана.

**Структуризация годового планирования.** Для структуризации годового планирования был применен прием модификации исходной традиционной методики. С этой целью она изучалась, как технологическая основа годового планирования, с позиций теории принятия решений: содержание пунктов 1) – 5) распознавалось, интерпретировалось и дополнялось (изменялось) в соответствии со структуризацией типовой методики принятия решений. В частности, в случае необходимости вставлялась или более четко определялась процедура анализа технологической ситуации.

Позиционирование стадии анализа технологической ситуации относительно пунктов 1) – 5) исходной традиционной методики, как технологической основы последующей реализации системной методики годового планирования, показало следующее (рис. 1).

Пункт 1) должен быть дополнен системным анализом технологической ситуации. Несомненно, в практике в течение года периодически оценивается соотношение между фактическими и плановыми объемно-качественными и контурными заданиями планирования по всем уровням. Для уровня годового планирования такую оценку обычно выполняют по квартальным и месячным фактическим и плановым показателям (с нарастающим итогом с начала года). В случае если расхождение между ними на конец очередного квартала (месяца) превышало допустимое, могло приниматься решение об установлении причин и разрабатывались организационно-технологические мероприятия по его устранению.

Однако, такой анализ выполняется различными подразделениями и службами комбината, но каждый со своих позиций. Единой методики количественной оценки удельного веса причин нет. Соответственно, предлагаемые организационно-технологические мероприятия, как и видение причин отдельными подразделениями, тоже противоречивы. В результате цельная картина анализа технологической ситуации с единых позиций комбината отсутствует, и решение по исправлению положения, как правило, принимается волевым способом и не всегда на основе объективной технико-экономической оценки альтернативных вариантов действий.

Таким образом, разработка плана горных работ на следующий год должна начинаться с анализа текущей технологической ситуации в составе 1-го шага методики. В качестве такого исходного можно принять анализ, уже выполненный по окончании очередного, ближайшего месяца (квартала) при условии, что он тоже системный. Анализ должен давать количественную оценку удельного веса причин расхождения между фактическими и плановыми показателями выполнения годового плана и рекомендации по устранению этого расхождения. Обязательное условие разрабатываемого анализа – реализация системного подхода.

Как видно из выше изложенного, анализ 1-го шага будет ретроспективным и относится ко времени текущего года, поэтому предлагается назвать его текущим ретроспективным анализом. Анализируется группа показателей а).

По ходу разработки плана горных работ на следующий год результаты исходного анализа будут устаревать, поэтому следует предусмотреть процедуру выполнения текущего ретроспективного анализа для любого заданного момента времени.

Пункт 2) исходной методики, по сути, выполняет прогноз выполнения годового плана. В приведенной формулировке, используемой в практике, он представляет собой эмпирический упрощенный вариант следующих шагов алгоритма задачи принятия решений [4]:

- генерация альтернативных вариантов решений (объемов выемки горной массы за время до конца текущего года);

- разработка и оценка реализаций этих вариантов (уточнение объемов выемки горной массы за время до конца текущего года с учетом необходимых ресурсов и ограничений);

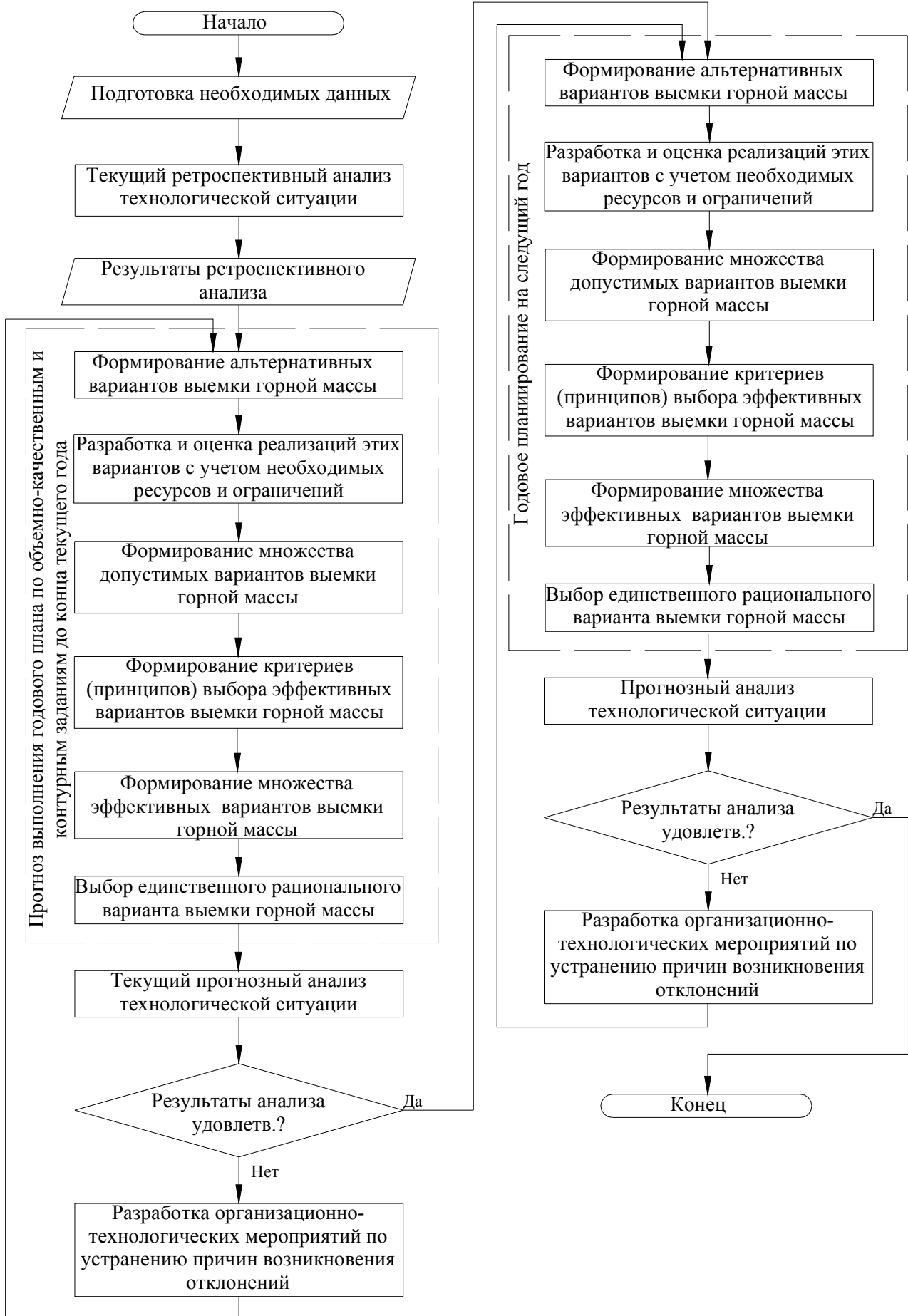


Рисунок 1. Структуризация принятых решений при годовом планировании горных работ

- формирование множества вариантов допустимых решений (допустимых вариантов выемки горной массы за время до конца текущего года);
- формирование критериев (принципов) выбора эффективных решений (эффективных вариантов выемки горной массы за время до конца текущего года);
- определение множества эффективных решений (эффективных вариантов выемки горной массы за время до конца текущего года);
- выбор единственного решения (единственного варианта выемки горной массы за время до конца текущего года).

Как видно из содержания этих шагов, доработка пункта 2) исходной методики путем добавления процедуры анализа технологической ситуации не предусматривается.

Пункт 3) исходной методики, как и пункт 1), по сути, представляет собой эмпирический вариант анализа технологической ситуации. Поэтому основные предложения по его системной доработке – те же, что и для первого шага. Отличие заключается в том, что выполняется анализ технологической ситуации, прогнозируемой на конец текущего года. Поэтому появляется возможность оценить расхождение между показателями всех групп а) – г). Учитывая то обстоятельство, что анализируемый интервал времени и прогнозные показатели относятся к текущему году, предлагается называть этот вид анализа текущим прогнозным.

Пункт 4) исходной методики и в эмпирической, и в предлагаемой редакции аналогичен пункту 2). Соответственно основные предложения по его системной доработке – те же, что и для второго шага. Отличие заключается в том, что “наилучший” вариант плана горных работ будет определяться для другого периода времени – на следующий год, поэтому набор и достоверность исходных данных, а также методы формирования альтернативных вариантов плана и последующие процедуры могут измениться.

Пункт 5) исходной методики, как и пункты 1), 3), по сути, представляет собой эмпирический вариант анализа технологической ситуации. Поэтому основные предложения по его системной доработке – те же, что и для первого и третьего шагов. Отличие заключается в том, что выполняется анализ технологической ситуации, прогнозируемой на конец следующего года. Поэтому имеется возможность оценить расхождение между показателями всех групп а) – г). Учитывая то обстоятельство, что анализируемый интервал времени и расчетные (прогнозные) показатели относятся к текущему году, предлагается называть этот вид анализа прогнозным.

### **Выводы**

1. Единой, строго определенной методики годового планирования горных работ в настоящее время нет, что обуславливается, с одной стороны, разнообразием горно-геологических условий, технологических схем горных работ и последующих переделов, автономным характером предприятий и сложившимися в практике их работы традиционными приемами и способами. С другой стороны, в методологическом аспекте причиной этому является значительная роль факторов неопределенностей, что затрудняет строгую формализацию задачи, и относит ее к классу задач принятия решений.

2. Анализ составленной путем обобщения практики традиционной методики годового планирования горных работ подтвердил сформулированный выше методологический вывод: данная методика с присущими ей неопределенностями, по сути, является эмпирическим упрощенным вариантом процедуры принятия решений.

3. С целью дальнейшей системной реализации годового планирования горных работ в качестве обязательного начального этапа была выполнена его структуризация путем доопределения содержания шагов исходной традиционной методики. В результате получена трех-этапная структура годового планирования горных работ: ретроспективный анализ текущей технологической ситуации, прогноз выполнения плана текущего года и текущий прогнозный анализ технологической ситуации на конец года, формирование плана горных работ на следующий год и прогнозный анализ технологической ситуации на конец следующего года.

5. Выполненная структуризация принятия решений при годовом планировании является основой для дальнейшей параметризации, оптимизации и создания, в конечном итоге, системной методики годового планирования горных работ на железорудных карьерах.

### Список литературы

1. Гуменик И.Л., Панченко В.В. Развитие теории проектирования открытых горных работ. – Горный журнал. - № 5. – 2009. – С. 35-39.
2. Загубинога В.В., Панченко В.В. Аналіз методології планування гірничих робіт на залізничних кар'єрах та шляхи її вдосконалення // Вісник Криворізького технічного університету. - 2011. - Випуск 28. - С. 271-275.
3. Романов В.Н. Системный анализ для инженеров. – СПб: СЗГЗТУ – 2006. – 186 с.
4. Евланов Л.Г. Теория и практика принятия решений. - М.: Экономика, 1984. - 176 с.
5. Геоінформаційні технології в надрокористування (на прикладі ГІС К-MINE) / Г.І. Рудько, М.В. Назаренко, С.А. Хоменко, О.В. Нецький, І.А. Федорова. - К.: “Академпред”, 2011. – 336 с.
6. Ансофф И. Стратегическое управление / Сокр. пер. с англ. - М.: Экономика, 1989. - 519 с.

## ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЕДЕНИЯ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ В ЗОНАХ ВОЗМОЖНОГО ВОРОНКООБРАЗОВАНИЯ

*Ю.В. Перегудов, ГП «ГПИ»Кривбасспроект», ГУВЗ «Криворожский национальный университет», Украина*

Рассмотрены основные методы ведения открытых горных работ в зоне возможного воронкообразования, предложен комбинированный способ погашения пустот. Определены основные технологические параметры для обеспечения эффективной разработки в соответствующих условиях.

Особенностью отработки железных руд Кривбасса является совместная разработка месторождений подземным и открытым способом. В результате подземной разработки, в недрах образовались значительные объемы пустот, а зона их возможного выхода на поверхность достигла бортов действующих карьеров. В частности, восточный борт карьера №1 ПАО «ЦГОК» в значительной мере подработан пустотами, образованными в результате очистной выемки шахт ПАО «Евраз Суша Балка» (шахта им. Фрунзе) и ОАО «КЖРК» (шахта «Большевик» и шахта «Октябрьская»). На данный момент работы на восточном борту не ведутся, но при дальнейшей разработке карьера и вовлечении в отработку всех балансовых запасов, возникнет необходимость вести горные работы в зоне возможного обрушения. Первомайский карьер ПАО «СЕВГОК» при расширении в северном направлении попадает в зону возможного воронкообразования от шахт «Красный партизан» и «4-бис». Ведение горных работ на данном участке потребует предварительного погашения имеющихся в недрах пустот. В связи с этим, необходимо обоснование и разработка эффективных мер безопасности для ведения горных работ в зонах возможного воронкообразования.

Проблемами ведения открытых горных работ в зонах возможного обрушения занимались такие ученые как Б.П. Юматов, В.Р. Именитов, А.К. Полищук, В.В. Куликов, Д.М. Казикаев, В.А. Щелканов, С.А. Сторчак, Г.И. Черный и др [1-5].

Анализ литературных источников показывает, что технология ведения горных работ в зоне возможного воронкообразования должна исключать возникновение аварийных ситуаций в рабочих зонах карьера и на трассах движения технологического транспорта. Меры охраны подработанных бортов могут носить пассивный и активный характер. Пассивные меры заключаются в проведении наблюдений и прогнозных расчетов места и времени выхода обрушения на поверхность. Перед выходом воронки работы на данном участке прекращаются. Такие меры в условиях накопления старых подземных пустот не могут полностью обезопасить ведение работ. Активные меры предполагают непосредственно управление геомеханическим напряжением в массиве, и включают искусственную ликвидацию пустот и приве-