

**МЕТОД ПРОГНОЗА ОБЪЕМА И СРЕДНЕВЗВЕШЕННОГО КАЧЕСТВА  
КАЛИЙНОЙ РУДЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЛОГИСТИКИ  
ЕЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ОТ ЗАБОЕВ ДО СТВОЛА МЕТОДАМИ  
ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

*Дамарад П. А., Кулик А. И., Гец А. К.*

*Белорусский национальный технический университет*

*e-mail: pavel.damarad.97@bk.ru*

*Summary. Digitization of mining enterprise management by the method of simulation.*

Существующая система оперативного управления горными работами, как процесс принятия решений по обеспечению объемов и качества добываемой горной массы, носит субъективный характер и определяется исключительно опытом менеджмента горнодобывающего предприятия, работающего в условиях информационной неопределенности и узкого интервала времени для принятия решений на следующий период планирования (смену, сутки).

Контроль и прогнозирование качества добываемой руды в калийных рудниках является сложной задачей, связанной с большим количеством одновременно работающих забоев, находящихся на разных стадиях технологического цикла, различными показателями качества в каждом из них, большими расстояниями перемещения горной массы, множеством узлов смещения руды на магистральных конвейерах. Актуальность этой проблемы определяется общим снижением качества руды на предприятиях, возрастающей сложностью добычи, повышением требований со стороны природоохранных органов к объемам горной массы, складированной в солеотвалы.

Колебания качества руды, поставляемой на обогатительную фабрику, создают значительные трудности в ее обогащении, что приводит к увеличению затрат на ее переработку.

С учетом выше перечисленного, а также перспективы ухудшения качества добываемой руды, стабилизация ее качества является одной из основных задач для калийного горнодобывающего предприятия.

Стабилизация качества должна производиться, как комплекс рудоподготовительных мероприятий по всей технологической цепи «добыча-транспортировка». Такие мероприятия дают значительно больший эффект по сравнению с теми, которые решаются локально, по отдельным переделам этой технологической цепи.

Снижение колебания качественного состава руды является одной из важнейших задач горнодобывающих предприятий. В связи с этим большое значение приобретает разработка и внедрение автоматизированных систем управления процессами усреднения руд при их добыче и транспортировке.

В настоящее время практика объективной и документальной фиксации показателя объема руды, добытой за смену (сутки) из конкретного забоя, носит формальный характер. Фиксируемые данные не являются достоверными ввиду отсутствия возможности произвести непосредственный замер количества добытой руды на конец смены. В последние годы данной проблеме уделялось мало внимания, так как предприятия были удовлетворены данными, предоставляемыми маркшейдерской службой в таком режиме. Ситуация изменилась, когда все панельные ленточные конвейера были оснащены ультразвуковыми уровнемерами, фиксирующими в режиме on-line уровень руды на движущейся ленте. Однако количественная оценка объема горной массы по этим данным невозможна без соответствующей статистической обработки этих трендов.

Суть этой работы заключается в том, чтобы, проанализировав тренды и найдя определенные закономерности, можно было бы определить вес добытой руды, а также определить местонахождение комбайна в каждый момент времени и установить на ка-

кой операции он находится на момент окончания предыдущей смены, что позволит спрогнозировать количество руды, добываемой в следующую смену. Руда из забоя, поступает на забойный конвейер, который транспортирует ее на дробилку, расположенную в энергопоезде. После прохождения дробилки руда, пересыпаясь на панельный конвейер и формирует на нем конусообразный поток. Двигаясь по панельному конвейеру, руда проходит под ультразвуковым уровнемером (УЗУ), задачей которого, является измерение высоты потока руды на ленте.

Проведя статистическую обработку данных УЗУ, можно заметить цикличность и подобие данных на определенных участках технологического цикла в определенные периоды времени. Для дальнейшей обработки принимается во внимание график работы данного горного участка и непосредственно панели, забои на которой анализируются.

В результате внедрения системы цифровизации учета добычи руды в режиме on-line и анализа ее работы, можно спрогнозировать объем горной массы, добываемой за заданный промежуток времени, а также принять решения о выборе стратегии управления, минимизирующей расхождение планового и текущего средневзвешенного качества руды. Данная система предоставит руководству рудника возможность отслеживать в режиме реального времени количественные и качественные характеристики руды, выдаваемой из забоев и горизонта в целом.

Для качественного и количественного представления технологического процесса, как совокупности операций, структурно объединенных объективно существующими связями, можно применить метод вентильных преобразований ресурсов, как один из методов имитационного моделирования. Достоинства этого метода заключается в следующем: наглядность, возможность представления непрерывных и дискретных, детерминированных и стохастических процессов, возможность учета влияния возмущающих факторов на отдельные операции процессов, учет в динамике изменения ресурсов отдельных операций и процесса в целом.

Именно с помощью этого метода имеется возможность описать процессы горного производства, как совокупность непрерывных и дискретных, детерминированных и стохастических процессов.

Цель имитационного моделирования для работы добычных забоев состоит в воспроизведении системы процессов очистного цикла на основе результатов статистического анализа наиболее существенных взаимосвязей между основными операциями и такими изменяемыми параметрами, как положение комбайна в забое, качество и объем руды, отгружаемый на конвейер в определенный промежуток времени, время транспортировки горной массы по системе конвейеров.

В разработанных нами моделях алгоритм поведения технической системы в точности воспроизводит сам процесс-оригинал в смысле его функционирования во времени и пространстве. При этом имитируются элементарные операции, составляющие процесс, с сохранением их логической структуры и порядка протекания. В этом алгоритме можно выделить три функциональные части: моделирование элементарных операций, учет их взаимодействия и объединение их в единый процесс.

Все это связано между собой в определенной последовательности отображающей работу реального очистного цикла, что облегчает восприятие и анализ происходящих процессов в очистном забое.