

УДК 622

## **ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ДОБЫЧНЫХ ЗАБОЕВ**

Дамарад П.А., Морозов Е.А., Пашкевич В.Ю.,  
Таболин В.С..

Научный руководитель - к.т.н., доцент Гец А.К.  
Белорусский национальный технический университет

Имитационное моделирование – метод исследования, при котором изучаемая система заменяется моделью, с достаточной точностью описывающей реальную систему, с которой проводятся эксперименты с целью получения информации об этой системе. Имитационное моделирование решает проблемы реального мира безопасно и разумно. Это удобный инструмент для анализа: он нагляден, прост для понимания и проверки.

Все процессы происходящие в мире можно описать при помощи имитационного моделирования. В нашем случае мы описывали моделирование технологического горнодобывающего процесса методом вентильного преобразования ресурсов.

Процесс добычи полезного ископаемого представляет собой совокупность основных и вспомогательных операций, начиная от выемки ПИ с массива, заканчивая поступлением его на земную поверхность. При выполнении очистных работ примерами операций могут быть: выемка, перегон комбайна, зарубка косым заездом, передвижка конвейера, крепи и др., взаимосвязь которых отражает динамику функционирования отдельного процесса во времени и пространстве.

В связи с конкретными горно-геологическими и горнотехническими условиями могут применяться различные технологические схемы очистной выемки: с разделением

пластов на слои (слоевая выемка) с общей и отдельной подготовкой слоевых лав и без разделения на слои (валовая, селективная).

Для более наглядного представления причинных связей и глобальных влияний одних параметров на другие, мы используем метод вентильного преобразования ресурсов.

Вентильная модель представляет собой отображение объективно существующих закономерностей преобразования ресурсов определенной системы (подпроцесса, процесса). Модель служит для определения количественных характеристик материальных или информационных потоков, связывающих между собой отдельные подпроцессы и операции.

В имитационной модели вентилями служат основные операции выполняемые комбайном в процессе добычного цикла. Вентиль состоит из 4 секторов, из которых 2 сектора имеют числовую характеристику, это его номер и производительность, записанные в секторах 1 и 3. Сектора 2 и 4 обозначены как вход и выход.



Рисунок 1. Вентиль

Между вентилями в схеме располагаются накопители, они представлены прямоугольником, разбитым на 5 условных ячеек.

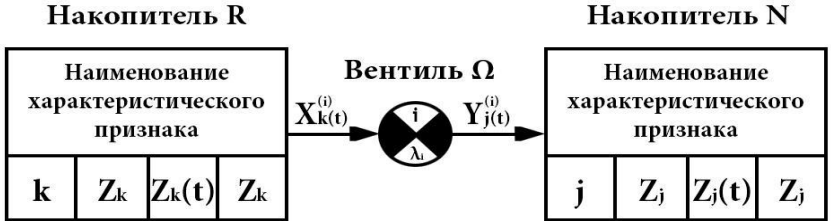
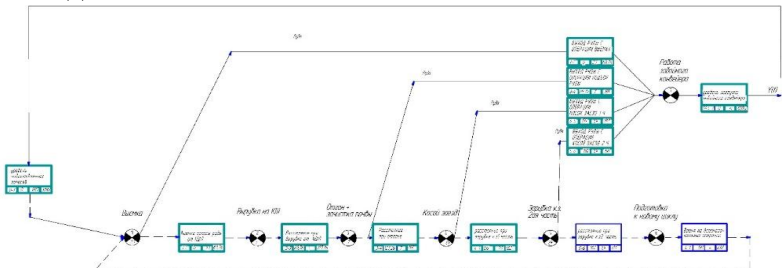


Рисунок 2. Условное графическое изображение накопителей

Первая ячейка это –наименование характеристического признака для перехода к вентилю , в ней записываются основные данные для перехода от одного вентиле к другому. Каждый k(j)-й накопитель характеризует определенную фазу преобразования ресурсов и имеет минимальную, максимальную и текущую емкость, которая обозначается соответственно через  $Zk(j)$ ,  $\hat{Z}k(j)$  и  $Zk(j)(t)$ , где k(j) – номер накопителя или индекс ресурса.

В докладе представлена схема, на которой показано осуществление односторонней, валовой выемки с зарубкой «косым заездом».



ВШ – вентиляционный штрек  
 ТШ – транспортный штрек  
 ЗШ – закладочный штрек штрек  
 – основной цикл

При описании имитационной модели можно выделить 2 цикла : основной и вспомогательный . Основной цикл включает в себя только те операции из которых формируется материальный поток (руда) , примером таких операций могут быть : зарубка , выемка , отгон ( формируется материальный поток при зачистке почвы ) . Вспомогательный цикл состоит из таких операций как : передвижка крепи , передвижка конвейера и тд.

**Валовая выемка** – один из способов добычи ПИ, при котором мощность пласта примерно равна диаметру режущего органа комбайна, т.е. отбойка ПИ идет без выделения отдельных слоев руды в массиве ПИ.

Очистной цикл для данной односторонней схемы состоит из следующих операций:

1) Производится выемка полосы в направлении конвейерного штрека с задвижкой забойной крепи перед комбайном.

2) Вырубка комбайна СЛ-500С на КШЛ выполняется в два приёма:

- производится выемка правым режущим слоем II и части слоя I-II на КШЛ, комбайн отгоняется до оставленного уступа от левого режущего;

- производится выемка правым режущим оставленного уступа на КШЛ. После вырубки выполняется зачистка короба эстакады.

Для упрощения схемы , 2 приема выемки были объединены в 1 вентиль .

3) После вырубки комбайна на конвейерный штрек лавы, комбайн отгоняется на 12-15 м и производится зачистка забоя лавы от руды в сторону конвейерного штрека лавы, далее после вырубки на КШЛ комбайн снова отгоняется на 10-11 м и производится повторная зачистка забоя лавы от оставшейся руды в сторону конвейерного штрека лавы.

4) Отгон комбайна на ТШЛ с зачисткой почвы забоя с одновременной передвижкой за комбайном забойного конвейера. Концевая операция на КШЛ (передвижка эстакады с приводом забойного конвейера и перегон крепи сопряжения) – выполняется в каждом очистном цикле.

5) На расстоянии 20-25 м до ТШЛ начинается зарубка «косым заездом» комбайном СЛ500с по направлению к ТШЛ, постепенно увеличивая ширину захвата от 0,0м до 0,8м.

6) Вырубка комбайна СЛ-500С в ТШЛ выполняется в два приёма:

- производится выемка левым режущим слоем II и части слоя I-II на ТШЛ. Напротив секций крепи №111, №112 производится подъём левого режущего органа на 0,25-0,35м выше слоя II с вырубкой на ТШЛ №2-1. После вырубки комбайна на транспортный штрек лавы №2-1 производится отгон комбайна так чтобы левый режущий орган находился напротив центра секции крепи К-6 №112. От центра секции К-6 №112, в сторону ТШЛ №2-1, производим оборку кровли путем выемки галита на высоту 0,6-0,7м выше слоя II.

- производится выемка левым режущим слоем I (оставленного уступа) и оставшегося слоя I-II на ТШЛ.

7) После вырубки комбайна на ТШЛ, комбайн отгоняется на 12-15 м и производится зачистка забоя лавы от руды в сторону ТШЛ, далее после зачистки на ТШЛ комбайн снова отгоняется на 10-11 м и производится повторная зачистка забоя лавы от оставшейся руды в сторону ТШЛ.

После вырубки комбайна, местоположение режущих меняется, впереди комбайна дозадвигается забойный конвейер и постепенно увеличивая ширину захвата от 0,0 м до 0,8 м начинается очистная выемка в сторону КШЛ.

Очистной цикл повторяется.

Для настройки имитационной модели ( задачи числовых значений в вентили и накопители) , используют массив параметров забоя (МПЗ) . Массив параметров забоя – массив в

котором описаны все необходимые для имитационной модели операции и приведены их числовые значения . На выходе модели , то есть после прохождения одного цикла ( от зарубки к.з. до отгона ) , у нас будет формироваться массив возможностей забоя (МВЗ). Таким образом описанное имитационное моделирование технологического процесса, ставит основной целью, определение возможностей каждого забоя рудника по добыче руды в фактических объеме и качестве.

Предложенный метод имитационного моделирования с помощью вентильных схем преобразования ресурсов позволяет моделировать различные технологические процессы горного производства, исходя из статистических зависимостей параметров этих процессов во времени, пространстве и обеспеченности их ресурсами различного типа. Каждый процесс, подпроцесс или операция, имеющие переменные факторы, моделируются с заданной степенью вероятности реализации этих процессов или операций.

Имитационная модель позволяет , в принципе , описать моделируемый процесс горного производства с большей адекватностью чем другие , также модель обладает известной гибкостью варьирования структуры , алгоритмов и параметров системы . Наглядное отображение вентильных схем даст возможность более тщательной настройки процессов горного производства , что способствует улучшению производства .