

УДК 004

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЭКСКАВАТОР-АВТОСАМОСВАЛЫ

И.С. Кузнецов, студент гр. МРм-161, II курс, (инженер ФИЦ УУХ СО РАН)

Научный руководитель: В.В. Зиновьев, к.т.н., доцент

Кузбасский Государственный Технический Университет

им. Т.Ф. Горбачева, (ФИЦ УУХ СО РАН)

г. Кемерово

Эффективность добычи угля открытым способом в наибольшей мере определяется производительностью системы экскаватор-автосамосвалы. Решению задачи повышения производительности такой системы посвящено множество работ, которые сводятся в основном к подбору взаимоувязанных факторов: соотношению вместимости экскаватора и кузова автосамосвала, количеству автосамосвалов, обслуживающих экскаватор, их грузоподъемности [1].

Для открытых горных работ характерны много вариантность организации работ, сложность маршрутов, различные марки экскаваторов и самосвалов. На производительность системы экскаватор-автосамосвалы в значительной мере влияют простой машин, возникающие из-за поломки и ремонта/замены бортового вала, подшипнико-поворотного двигателя, главного насоса, ДВС, шкафа управления, грузовой платформы, редуктора-мотор-колеса (РМК), тормозных колодок и др. Эти простой часто усугубляются несвоевременной доставкой требуемых узлов и деталей. Также простой экскаваторов и автосамосвалов могут быть вызваны организационными причинами: отсутствием забоя, подготовкой площадки под бурение, ожиданием погрузки, климатическими условиями, нахождением в резерве, отсутствием свободного автосамосвала.

В результате суммарное время простоя может составлять до 64,11% по экскаваторам от всего времени работы разреза и влиять на производительность всей добычи, принося убытки до 128,48 млн. руб.

Объектом моделирования выбран участок разреза АО «Черниговец». Уголь добывает один экскаватор марки Komatsu PC1250, за которым закреплены 5 автосамосвалов марки БелАЗ – 75138, грузоподъемностью 130 тонн (рис.1).

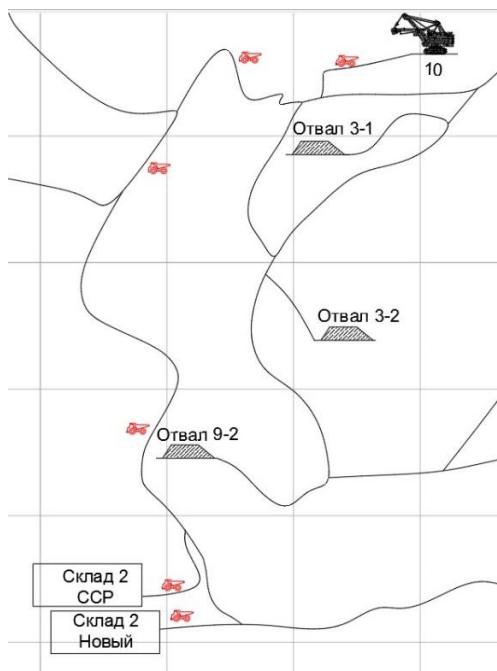


Рисунок 1 - Схема участка разреза

Автосамосвалы перевозят уголь либо на «Склад 2 CCP», либо на «Склад 2 Новый», и после разгрузки возвращаются обратно к экскаватору. Если по прибытию порожнего автосамосвала, экскаватор занят погрузкой другого автосамосвала, прибывший становится в очередь на погрузку и ожидает освобождения экскаватора.

В качестве программного продукта для имитационного моделирования выбрана среда GPSS Studio, разработчиком которой является компания «Элина компьютер» [2].

Построенная модель состоит из пяти сегментов, 68 блоков (рис. 2)

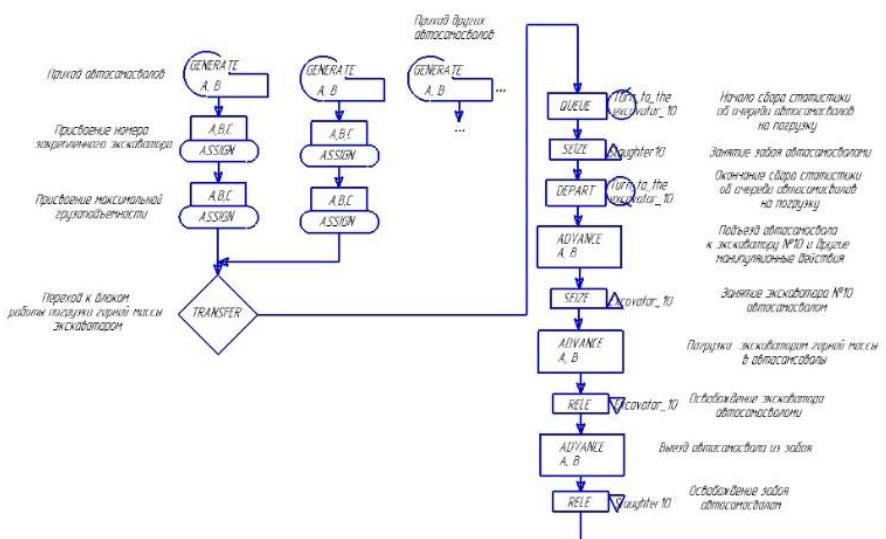


Рисунок 2 – Фрагмент блок – схемы GPSS модели

Работа участка разреза представлена в модели как движение динамических элементов – транзактов через блоки. В модели транзакты это автосамосвалы. Перемещаясь от блока к блоку, транзакты запускают

соответствующие подпрограммы, которые отображают события, происходящие в реальной системе. Появление транзакта в блоке GENERATE соответствует появлению автосамосвала. Общее количество блоков GENERATE равно общему количеству автосамосвалов на участке. Каждый транзакт, вышедший из такого блока проходит последовательность блоков ASSIGN, которые присваивают транзакту характеристики конкретного автосамосвала (грузоподъемность, номер закрепленного экскаватора). После этого транзакты проходят через серию блоков, отображающих работу экскаватора и далее циркулируют по системе в течение рабочей смены. Время выполнения всех операций (погрузка, транспортировка, разгрузка) заданы в виде матрицы с необходимым количеством ячеек, в зависимости от номера обслуживающего экскаватора. В зависимости, к какому экскаватору пришел транзакт для погрузки, идет обращение к конкретной ячейки матрицы, с заданным временем выполнения этой операции. Аналогичные события происходят с транспортировкой и разгрузкой.

С использованием разработанной имитационной модели решались задачи по определению производительности с учетом простоев при замене экскаватора Komatsu PC1250 (объем ковша 6 м³) на Komatsu PC750 (объем ковша 4 м³) и Komatsu PC200 (объем ковша 12 м³), изменении количества автосамосвалов марок БелАЗ – 75138 и БелАЗ -7555Д от 2 до 7 шт., а также изменении грузоподъемности автосамосвалов с 55 на 130 тонн.

Проведены имитационные эксперименты, по оценке производительности разреза.

При планировании экспериментов, осуществлялся ввод:

➤ Факторов, установленных на основе полученных с разреза диспетчерских отчетов содержащие хронометражные данные, которые были статистически обработаны и идентифицированы законы распределения, а также определены основные параметры:

– Среднее время погрузки горной массы экскаватором в автосамосвалы грузоподъемностью 130 тонн, сек.;

– Среднеквадратическое отклонение времени погрузки горной массы экскаватором в автосамосвалы грузоподъемностью 130 тонн, сек.;

– Среднее время погрузки горной массы экскаватором в автосамосвалы грузоподъемностью 55 тонн, сек.;

– Среднеквадратическое отклонение времени погрузки горной массы экскаватором в автосамосвалы грузоподъемностью 55 тонн, сек.;

– Количество автосамосвалов грузоподъемностью 130 тонн, шт.;

– Количество автосамосвалов грузоподъемностью 55 тонн, шт.;

➤ Целевых показателей:

– Коэффициент использования экскаватора, %;

– Среднее время погрузки горной массы в автосамосвалы экскаватором, сек.;

- Средний размер очереди автосамосвалов на погрузку к экскаватору, шт.;
- Среднее время нахождения автосамосвалов в очереди на погрузку к экскаватору, сек.;
- Объем вывезенной горной массы, тонн;
- Количество совершенных рейсов автосамосвалами, шт.

При проведении экспериментов приняты допущения:

- Автосамосвалы в момент начала моделирования прибывают на погрузку к экскаватору без опозданий;
- Выполнение маневровых операций автосамосвалом перед погрузкой не зависит от грузоподъемности, марки автосамосвала и горно-геологических условий.

Часть результатов моделирование представлены на рис. 3,4,5.

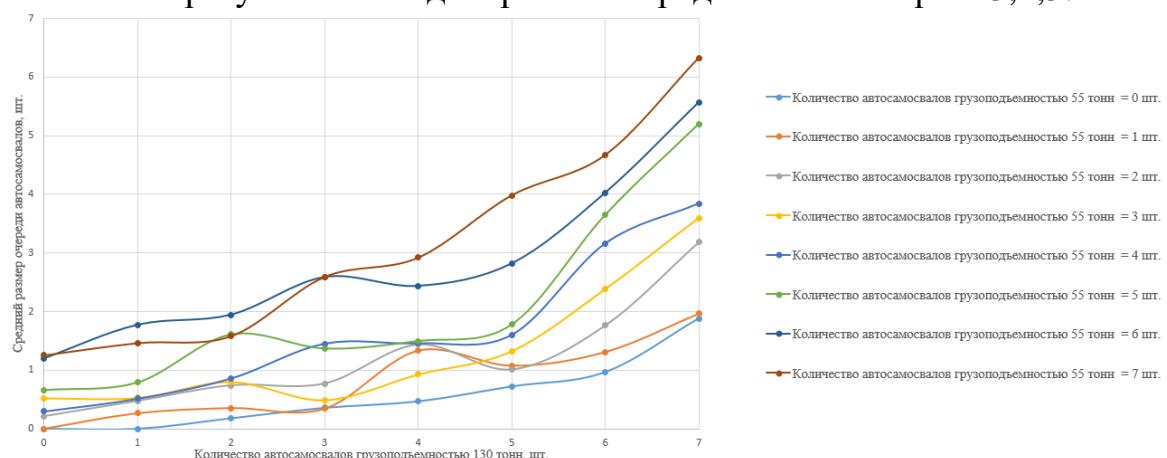


Рисунок 3 - Средний размер очереди автосамосвалов к экскаватору Komatsu PC – 200 при закреплении определенного количества автосамосвалов грузоподъемностью 130 и 55 тонн с учетом отказов экскаватора

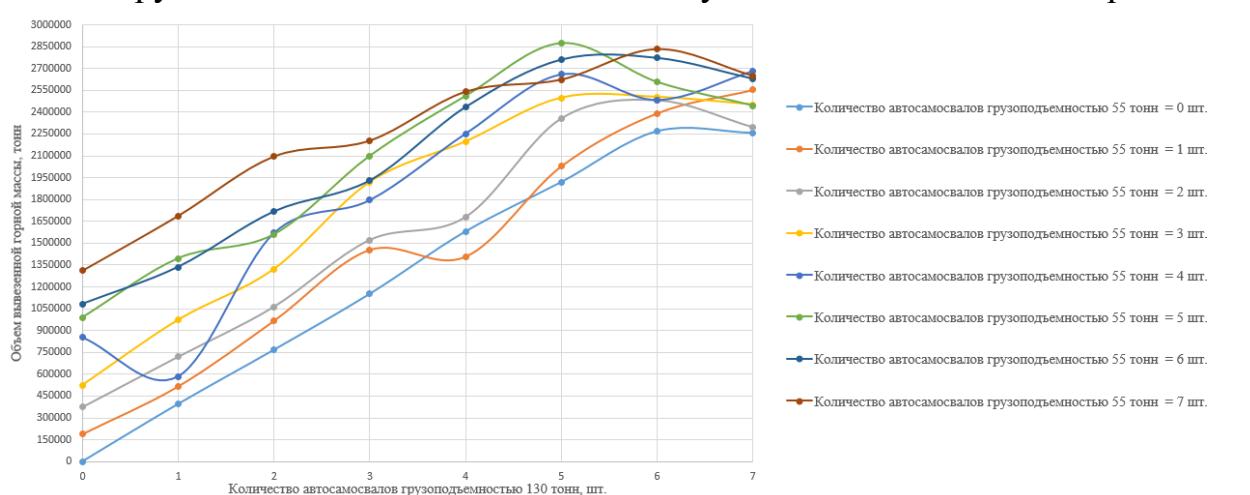


Рисунок 4 - Объем вывезенной горной массы автосамосвалами при работе экскаватора Komatsu PC – 200 с учетом отказов экскаватора

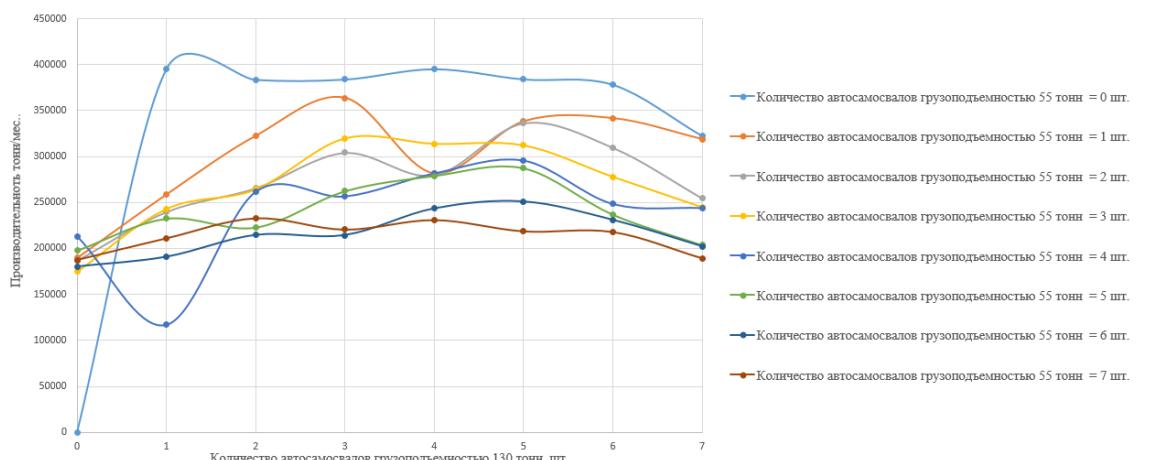


Рисунок 5 Производительность при работе экскаватора Komatsu PC -200 и автосамосвалов грузоподъемностью 130 и 55 тонн с учетом простоев экскаватора

В результате имитационных экспериментов собран массив данных отображающий влияние марки экскаватора, объема его ковша, количества автосамосвалов с различной грузоподъемностью на производительность системы экскаватор-автосамосвалы на участке разреза, позволяющий проводить оценку вариантов совмещения экскаваторов и автосамосвалов и выявлять вариант обеспечивающий наибольшую производительность. Для определения значений среднего размера очереди, объема вывезенной горной массы и производительности, выбирается пересечение количества автосамосвалов грузоподъемностью 130 тонн – ось абсцисс, и количество автосамосвалов грузоподъемностью 55 тонн, выбор количества которых определяется по цвету линии графика.

Список используемой литературы:

1. Журавлев А.Г. **К вопросу обоснования производительности экскаваторно-автомобильных комплексов методом компьютерного моделирования** / Журавлев А.Г., Скороходов А.В.// Проблемы недропользования. – 2015. - №2. – 53 – 60 с.
2. Девятков В.В. **Имитационные исследования в среде моделирования GPSS Studio**: учеб. Пособие / В.В. Девятков, Т.В. Девятков, М.В. Федотов; под общ. ред. В.В. Девяткова. – М.: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2018. - 283 с.