УДК 622.232.8.001.2

В.В.ХВАН
Дальневосточный государственный технический университет, Владивосток

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПОГРУЗОЧНО-ТРАНСПОРТНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ УСЛОВИЙ КАРЬЕРА ОАО «БОР»

Рассмотрен вопрос оптимизации проектных и эксплуатационных параметров погрузочно-транспортных комплексов применительно к условиям карьера ОАО «Бор» на основе метода статистических испытаний. Метод позволяет моделировать и оптимизировать параметры работы погрузочно-транспортных комплексов, повысить уровень организации производственных процессов, оперативно управлять технологическими характеристиками погрузочного и транспортного оборудования с учетом изменения эксплуатационной производительности оборудования, а также горно-технических факторов отдельных забоев и карьера в целом.

In the given work the question of optimization of design and operational parameters of loader-transport complexes with reference to conditions career of JSC «Bor», is considered, on the basis of the method of statistical tests. Given method allows to model and optimize parameters of work of loader-transport complexes to increase a level of the organization of productions, operatively to operate technical characteristics on the loading and transport equipment in view of change of operational productivity of the equipment and also mine technical factors separate working face and career as a whole.

Для решения задач оптимизации проектных и эксплуатационных параметров комплексов погрузочно-транспортного оборудования используется метод статистических испытаний Монте-Карло, который дает большую сходимость с реальными результатами.

Применение метода позволяет моделировать и оптимизировать параметры работы погрузочно-транспортных комплексов, повысить уровень организации производственных процессов, оперативно управлять технологическими характеристиками погрузочного и транспортного оборудования с учетом изменения эксплуатационной производительности оборудования, а также горно-технических факторов отдельных забоев и карьера в целом.

В реальных системах массового обслуживания поток заявок (грузопоток с добычных или вскрышных участков) не всегда бывает пуассоновским; еще реже наблюдается показательное распределение времени обслуживания для произвольных потоков событий.

Аналитические решения по организации и управлению производственными процессами на карьерах получены только для отдельных конкретных участков. В тех случаях, когда построение аналитической модели процесса по той или иной причине не осуществимо, представляется целесообразным применение метода статистических испытаний (Монте-Карло).

Основой построения методов Монте-Карло является сведение задачи к расчету математических ожиданий, или для того, чтобы приближенно вычислить некоторую скалярную величину X, надо подобрать такую случайную величину ξ, чтобы $M_\xi = X$. Тогда зачислив N независимых значений $\xi_1 \ldots \xi_N$ величины ξ, можно считать, что $X \approx (1/N)(\xi_1 + \ldots + \xi_N)$. Поскольку существует бесконечно много случайных величин ξ, таких, что $M_\xi = X$, теория Монте-Карло должна дать ответы на два вопроса: как выбрать удобную величину ξ для расчета той или иной задачи; как находить значения ξ_1, $\xi_2 \ldots \xi_N$ произвольной случайной величины ξ.

Задача сводится к числовому моделированию случайного процесса, которое после многократного повторения даст материал для получения нужных нам средних характеристик с помощью статистических обработок. Компонентами случайного процесса служат случайные величины, которые бы вполне удовлетворительно описывали физические величины.

Различают три способа получения случайных величин: таблицы случайных величин, генераторы случайных чисел и метод псевдослучайных чисел. Воспользуемся методом псевдослучайных чисел. Числа, полученные по какой-либо формуле и имитирующие значение случайной величины γ, называются псевдослучайными. Под словом «имитирующие» подразумевается, что эти числа удовлетворяют ряду тестов так, как если бы они были значениями этой случайной величины. Значение любой случайной величины можно получить путем преобразования одной какой-либо случайной величины. Обычно роль такого показателя играет случайная величина γ, равномерно распределенная в интервале от нуля до единицы. Процесс нахождения случайной величины путем преобразования одного или нескольких выбранных значений называется разыгрыванием случайной величины. Для решения этой задачи применен метод Неймана.

Когда интеграл от $p(x)$ не задается через элементарные функции или плотность $p(x)$ задана графически, разрешение уравнения $\int_a^b P(x)dx = \gamma$ относительно ξ затруднительно. Тогда положим, что случайная величина ξ определена на конечном интервале (a,b) и плотность ее ограничена $p(x) \le Mo$.

Выбираем два значения γ' и γ'' случайной величины и строим случайную точку $\Gamma(\acute{\eta}', \acute{\eta}'')$. Если точка Γ лежит под кривой $y = p(x)$, то полагаем $\xi = \acute{\eta}'$, если же точка Γ лежит над кривой $y = p(x)$, то пару (γ', γ'') отбрасываем и выбираем новую пару чисел, и т.д.

Если случайная величина описывается нормальным распределением, значения ξ определяются из уравнения

$$-\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-x^2/2}dx = \gamma.$$

Рассмотрим работу разгрузочного пункта. На разгрузку поступают БелАЗы с рудой, причем моменты поступления τ случайные величины. Опытным путем установлено, что поток прибытия БеЛАЗов является простейшим, т.е. промежуток времени τ между двумя последовательными прибытиями есть случайная величина, распределенная с плотностью $p(x) = \lambda e^{-\lambda x}$, где λ – плотность потока БеЛАЗов с рудой. Формула для розыгрыша

$$\tau = -\frac{1}{\lambda}\ln\gamma.$$

Реализация метода Монте-Карло позволяет исследовать динамику работы на разгрузочных пунктах рудников, с помощью ЭВМ рассчитывать сменные и суточные наиболее приемлемые в конкретных условиях эксплуатации рудничного транспорта графики движения, картограммы работ, интенсивность прибытия БелАЗов на погрузку и разгрузку. Для моделирования параметров управления технологическими процессами на карьере разработан алгоритм и создана оригинальная программа на языке Borland C++.

С учетом горно-технических условий месторождения при его отработке принята транспортная система разработки с транспортированием вскрышных пород во внешние отвалы, руды – на обогатительную фабрику. Для обеспечения постоянного среднего содержания B_2O_3 предусматривается усреднение руды, обеспечиваемое за счет одновременной обработки нескольких рудных блоков.

В качестве основного погрузочного оборудования на добыче приняты экскаваторы ЭКГ-5А и БелАЗ-7523. Для погрузки пород вскрыши используют экскаватор ЭКГ-8И и БелАЗ-7510.

Для моделирования различных вариантов работы погрузочно-транспортных комплексов принят ряд проектных параметров: мощность предприятия, которая может варьировать в процессе работы предпри-

ятия; продолжительность смены $t_{смен}$; среднее число прибытия БелАЗов в час; среднее время разгрузки одного БелАЗа $t_{разгр}$. На этих базовых данных производится моделирование процесса, по показателям которого выбирается оптимальный вариант рабочих параметров погрузочно-транспортного комплекса.

Таблица 1

Результаты моделирования параметров управления технологическими процессами

Номер прибывшего БелАЗа	Обслуживается или нет заявки	Значение t	
		вычисление	найденное по случайной величине
001	Отказ	0,153850	0,925959
002	"	0,997012	0,607437
003	"	0,312490	0,855349
004	"	1,526848	0,466068
005	"	0,297692	0,861702
006	Обслуживание	3,026591	0,220183
007	Отказ	0,994664	0,608151
008	Обслуживание	4,778215	0,091711
009	Отказ	0,094094	0,954043

Таблица 2

Результаты второго варианта моделирования параметров управления технологическими процессами

Номер прибывшего БелАЗа	Обслуживается или нет заявка	Значение t	
		вычисленное	найденное по случайной величине
001	Обслуживание	1,345092	0,510407
002	"	1,437763	0,487297
003	"	2,243013	0,325789
004	"	0,969589	0,615824
005	Отказ	0,856374	0,915590
006	Обслуживание	1,345092	0,510407
007	"	1,345092	0,510407
008	"	0,437763	0,487297
009	"	2,243013	0,325789
010	"	1,345092	0.510407

При первом варианте моделирования параметров управления технологическими процессами считаем, что на начало смены на разгрузке стоит БелАЗ-7523. Как видно из результатов моделирования процессов (табл.1), погрузочно-транспортный комплекс из экскаватора ЭКГ-5А и четырех БелАЗ-7523 не может обеспечить устойчивую стабильную работу.

Во втором варианте рассматриваемый погрузочно-транспортный комплекс состоял из экскаватора ЭКГ-8И и трех БелАЗ-7510. Считаем, что на начало смены на разгрузке стоит БелАЗ-7510. Как видно из табл.2, погрузочно-транспортный комплекс обеспечивает стабильную устойчивую работу.

Выводы

Метод статистических испытаний носит универсальный характер, что позволяет использовать его при исследовании вопросов оптимизации работы горного оборудования для любых горно-технологических условий эксплуатации.

Рассмотренные методы статистического моделирования параметров погрузочно-транспортных комплексов на карьерах и угольных разрезах позволяют выбирать типы, эксплуатационные и технические характеристики экскаваторов и карьерного транспортного оборудования в зависимости от плановых объемов работ, влияния горно-технических условий эксплуатации техники и применяемой организации горного производства.

Предложенный метод позволяет моделировать и оптимизировать параметры работы погрузочно-транспортных комплексов, повысить уровень организации производственных процессов, оперативно управлять технологическими характеристиками погрузочного и транспортного оборудования с учетом изменения эксплуатационной производительности оборудования, а также горно-технических факторов отдельных забоев и карьера в целом.

Научный руководитель д.т.н. проф. *А.В.Жуков*