

УДК 622-1/-9, 004.942

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЕРОЯТНОСТНОЙ  
ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ПРОЦЕССОВ И ДИНАМИКИ  
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МАШИН НА ТОЧНОСТЬ ОЦЕНКИ  
ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСКАВАТОРНО-  
АВТОМОБИЛЬНОГО КОМПЛЕКСА МЕТОДОМ ИМИТАЦИОННОГО  
МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Кузнецов И.С.,<sup>1,2</sup> к.т.н., научный сотрудник

<sup>1</sup>ФИЦ УУХ СО РАН

<sup>2</sup>КузГТУ им. Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово

Экскаваторно-автомобильный комплекс (ЭАК) - сложная система, включающая в себя множество различных элементов динамично взаимодействующие между собой (возникновение очереди автосамосвалов на погрузку к экскаватору, разгрузку на отвалах, угольных складах и т.д.) во времени и пространстве с вероятностной продолжительностью процессов. Эффективность работы ЭАК зависит от ее структуры и параметров экскаваторов и автосамосвалов, взаимодействующих во времени и пространстве.

Кроме того, при расчетах не учитывают динамику и вероятностные значения продолжительности выполнения основных процессов, а основываются на усредненных или крайних значениях интервалов с применением ряда допущений и давно принятых ограничений [2,3]. Для повышения эффективности выбора параметров необходимо учитывать множество факторов [2], но существующими аналитическими методами это затруднительно достаточно затруднительно, а порой и невозможно.

С целью обоснования необходимости учета динамики взаимодействия и вероятностной продолжительности процессов ЭАК, проведен сравнительный анализ результатов выходных параметров полученные различными способами (хронометражные данные с диспетчерского отчёта, расчет с использованием классических формул, паспортов горных машин и усреднённые значения рекомендаций длительности процессов, времен ожидания погрузки автосамосвалов экскаватором, а также коэффициент использования автосамосвалов в течении смены, которые разняться [1-6].

Рассматривалась работа ЭАК, действующего на ООО СП «Барзасское товарищество». Исследуемый объект включает два вскрышных забоя в которых используются два экскаватора: ЭКГ-10 и Hitachi EX-1900 с закрепленными за ними автосамосвалами БелАЗ-7513 в количестве 4 и 3 шт. соответственно. Исследуемый период составил 6,55 часов, т.к. в данный период согласно диспетчерским отчетам автосамосвалы были закреплены за конкретными своими экскаваторами. При проведении экспериментов

вероятностные простой по техническим причинам не учитывались. Часть результатов представлена в таблице 1.

**Таблица 1 - Сравнение значения выходных параметров двух вскрышных забоев полученных с диспетчерских отчетов с данными полученными различными способами**

Параметр	Диспетчерский отчет				Аналитический расчет		Среднее значение отклонения, %	ИМ с учетом динамики и дискретными значениями	Среднее значение отклонения, %		Среднее значение отклонения, %
	Заб. №1	Заб. №2	Заб. №1	Заб. №2	Заб. №1	Заб. №2			Заб. №1	Заб. №2	
$\bar{t}_{оч.погр}$	197	87	62,06	61,29	61,62	17,79	-	-	189,49	84,39	-
$\bar{t}_{ман.погр}$	74	110	55	55	63	110	-	-	73,91	106,89	-
$\bar{t}_{погр}$	249	210	266,9	254,7	247	210	-	-	246,68	208,55	-
$\bar{t}_{групп.ход.}$	441	536	440,8	535,9	441	536	-	-	481,26	557,66	-
$\bar{t}_{ман.разг}$	40	33	82,1	82,1	40	33	-	-	38,62	38,29	-
$\bar{t}_{разг}$	33	34	57	57	33	34	-	-	31,85	31,58	-
$\bar{t}_{нор..ход.}$	386	391	386,2	391,3	386	391	-	-	411,04	413,91	-
$\bar{t}_{нейс.}$	1409	1401	1350	1437	1272	1332	-	-	1473	1441	-
$\bar{k}_{ac.}$	0,81	0,92	0,75	0,75	0,95	0,98	-	-	0,87	0,94	-
$Q$	<b>13832</b>		<b>12473,5</b>		<b>10</b>	<b>15437,5</b>		<b>11,61</b>	<b>13816,9</b>		<b>0,11</b>

где:  $\bar{t}_{\text{оч.погр}}$  - среднее время нахождения автосамосвала в очереди на погрузку, сек.;  $\bar{t}_{\text{манпогр}}$  - среднее время выполнения маневровых операций автосамосвалами при установке на погрузку, сек.;  $\bar{t}_{\text{погр}}$  - среднее время погрузки автосамосвала экскаватором, сек.;  $\bar{t}_{\text{разг.ход.}}$  - среднее время движения автосамосвала от экскаватора в пункт разгрузки, сек.;  $\bar{t}_{\text{манразг}}$  - среднее время выполнения маневровых операций автосамосвалами при установке на разгрузку, сек.;  $\bar{t}_{\text{разг.}}$  - среднее время разгрузки автосамосвала, сек.;  $\bar{t}_{\text{пор..ход.}}$  - среднее время движения автосамосвала от пункта разгрузки к экскаватору, сек.;  $\bar{t}_{\text{рейс.}}$  - среднее время рейса, сек.;  $\bar{k}_{\text{ac.}}$  - средний коэффициент использования сменного времени автосамосвалов;  $Q$  - сменная производительность ЭАК, т./см.

В результате, установлено, что данные полученные с использованием аналитических расчетов и рекомендаций без учета динамики и вероятностной длительности технологических процессов приводит к занижению сменной производительности ЭАК в сравнении с данными диспетчерских отчетов и находится в интервале от 8% до 24% при коэффициенте использования сменного времени автосамосвалами в смену 0,75. При коэффициенте использования сменного времени автосамосвалов равный 0,7 расхождение составляет от 13% до 29%, а при коэффициенте использования сменного времени 0,8 расхождение составляет от 3% до 19%.

При учете динамики, но с дискретными значениями приводит к завышению производительности, но при этом разница составляет 11,61%. Комплексный учет динамики и вероятностной длительности процессов дает погрешность 0,11%, в сравнении с данными диспетчерского отчета.

Таким образом, установлено, что для повышения точности определения значение выходных показателей эффективности ЭАК и подбор параметров экскаваторов и автосамосвалов, необходим учет динамики и вероятностной длительности процессов.

### **Список литературы:**

1. Воронов А.Ю. Оптимизация эксплуатационной производительности экскаваторно-автомобильных комплексов разрезов: дис. ... канд. тех. наук - Кемерово., 2015. - 195 с.
2. Хорешок А.А. Оценка степени взаимовлияния вместимости ковша экскаватора и кузова автосамосвала / А.А. Хорешок, Д.М. Дубинкин, С.О. Марков, М.А. Тюленев // Вестник КузГТУ - 2021. - №3. - С. 104 - 112
3. Стенин Д.В. Перспективы развития производства автономных тяжелых платформ для безлюдной добычи полезных ископаемых // Горное оборудование и электромеханика - 2019. - № 6. - С. 3 – 8
4. Дубинкин Д.М. Исследование процесса транспортирования вскрышных пород и угля на разрезах / Д.М. Дубинкин, В.Ю. Садовец, Г.О.

Котиев, А.В. Карташов // Техника и технология горного дела – 2019. - №3. - С. 37 - 61

5. Стенин Д.В. Обоснование влияния ресурса несущих систем и степени загрузки на производительность карьерных автосамосвалов: дис. ... канд. тех. наук - Кемерово., 2008. - 125 с.

6. Квагинидзе В.С. Автомобильный транспорт на карьерах. Конструкция, эксплуатация, расчет / В.С. Квагинидзе, Г.И. Козовой, Ф.А. Чакветадзе, Ю.А. Антонов, В.Б. Корецкий: Учебное пособие. – М.: Издательство «Горная книга», 2012. - 408 с.