

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента на диссертацию Кузнецова Игоря Сергеевича  
«Оптимизация параметров карьерных экскаваторно-автомобильных комплексов  
с учетом внеплановых простоев», представленную на соискание ученой  
степени кандидата технических наук по специальности  
05.05.06 – «Горные машины»

### **Структура и объем диссертации**

Диссертация изложена на 169 страницах машинописного текста и состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 116 наименований и 6 приложений.

### **Актуальность темы диссертации**

В настоящее время важной задачей для угольной промышленности остается повышение эксплуатационной производительности экскаваторно-автомобильных комплексов (ЭАК), использующихся при проведении вскрышных и добывочных работ на угледобывающих предприятиях открытым способом. Проблемой является то, что существующие методики определения оптимальных параметров ЭАК не позволяют детально учитывать влияние причин и продолжительности простоев горных машин, а также вероятностное взаимодействие экскаваторов и автосамосвалов во времени и пространстве. Все это приводит к искаженным оценкам при выборе параметров ЭАК и несоответствию расчетной (плановой) и фактической величин производительности. Таким образом, тема диссертационной работы Кузнецова И.С., направленная на оптимизацию параметров карьерных ЭАК с учетом внеплановых простоев, является актуальной.

### **Степень обоснования научных положений, выводов и рекомендаций**

В диссертации автором сформулированы три научных положения.

В первом научном положении установлено, что внеплановые простои, характеризующиеся периодичностью и продолжительностью, подчиняющиеся гамма-распределению, уменьшают суточную добычу угля в забое по сравнению с плановой добычей в среднем на 17,2 % при доверительной вероятности 95 %.

Во втором научном положении, утверждается, что разработанный критерий оценки влияния внеплановых простоев на эксплуатационную производительность ЭАК ( $K_i$ ) позволяет выявлять наиболее значимые по периодичности возникновения и продолжительности внеплановые простои экскаваторов и автосамосвалов и учитывать их вклад при оптимизации параметров ЭАК.

В третьем научном положении, утверждается, что оптимальные параметры ЭАК определяются применением эволюционного алгоритма с оценкой эксплуатационной производительности ЭАК и удельных затрат на погрузку и транспортирование горной массы посредством аналитико-имитационного моделирования совместной работы экскаваторов и автосамосвалов с учетом их внеплановых простоев.

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, являются обоснованными, так как они получены с использованием современных методов оптимизации сложных систем с применением аналитико-имитационного моделирования.

### **Оценка новизны и достоверности**

Новизна научных положений заключается в разработке аналитико-имитационной модели функционирования ЭАК, отличающейся учетом в сети массового обслуживания (СeМО) задержек заявок в приборах обслуживания, равных величине внеплановых простоев экскаваторов и автосамосвалов, разработке критерия оценки влияния внеплановых простоев экскаваторов и автосамосвалов  $K_i$ , который является средним значением между коэффициентами детерминации периодичности возникновения простоя и его продолжительности, а также постановке и решении общей задачи многофакторной многокритериальной оптимизации параметров ЭАК с использованием программно-методического обеспечения, основанного на эволюционной оптимизации и аналитико-имитационном моделировании функционирования ЭАК с учетом динамики и вероятностной природы технологических процессов, а также внеплановых простоев.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается применением апробированных классических методов аналитико-имитационного моделирования, теории вероятностей, математической статистики и оптимизации, планирования экспериментов, а также удовлетворительной сходимостью результатов моделирования с фактическими показателями работы угольных разрезов Кузбасса для одних и тех же условий эксплуатации.

### **Теоретическая и практическая значимость работы**

Теоретическая значимость работы заключается в развитии неклассических методов эволюционной оптимизации параметров ЭАК с учётом влияния внеплановых простоев экскаваторов и автосамосвалов посредством аналитико-имитационного моделирования технологических процессов.

Практическая значимость работы заключается в том, что предложенный подход, реализованный в виде программно-методического обеспечения для выбора оптимальных параметров ЭАК с учетом внеплановых простоев, может быть использован в организациях и институтах, занимающихся проектированием открытых горных работ, а также при обучении студентов горных специальностей.

### **Оценка содержания диссертации и степени ее завершенности**

В первой главе определено множество основных параметров ЭАК, используемых для определения эффективности его работы. С использованием элемента комбинаторики «сочетание» доказано, что количество возможных вариантов комплектации параметров ЭАК может достигать сотен тысяч, что значительно усложняет задачу выбора оптимального решения. При этом возможный пропуск рационального варианта приводит к необоснованной трате ресурсов при ведении открытых горных работ.

Вторая глава посвящена разработке аналитико-имитационной модели (АИМ) функционирования ЭАК с учетом внеплановых простоев (ВП). Для этого автор систематизировал простои экскаваторов и автосамосвалов, а также идентифицировал законы распределения периодичности и продолжительности ВП с использованием статистических критериев. С использованием теории массового обслуживания автор разработал концептуальную модель АИМ функционирования ЭАК с учетом ВП, осуществил ее программную реализацию и провел оценку адекватности созданной модели. С использованием АИМ провел оценку степени влияния ВП на добычу из забоя угольного разреза.

В третьей главе произведено ранжирование степени влияния внеплановых простоев на эксплуатационную производительность ЭАК. Для этого проведена оценка степени влияния предложений по минимизации ВП горных машин на производительность ЭАК. Исследовано влияние периодичности и продолжительности ВП и разработан критерий оценки влияния периодичности и продолжительности ВП на эксплуатационную производительность ЭАК.

В четвертой главе разработано программно-методическое обеспечение для определения оптимальных параметров ЭАК с учетом динамики и вероятностной природы технологических процессов, причин и продолжительности простоев. Для этого определены целевые функции и ограничения оптимизации параметров ЭАК с учетом ВП. Разработано программно-методическое обеспечение. Определены оптимальные параметры ЭАК для условий угольного разреза и сформулированы рекомендации.

Основные положения диссертации реализованы автором в «Методике оптимизации параметров карьерных экскаваторно-автомобильных комплексов с учетом внеплановых простоев» и опубликованы в 15 научных работах, в том числе 4 – в ведущих рецензируемых научных журналах, входящих в перечень ВАК РФ, 1 – в изданиях, индексируемых в международной реферативной базе данных Scopus. Получено 2 свидетельства о государственной регистрации программы на ЭВМ.

На основании объема опубликованных работ и аprobации диссертации следует сделать вывод о достаточной степени ее завершенности.

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации.

### **Замечания по диссертации:**

1. Из текста диссертации не понятно, в чем заключается эволюционный алгоритм, и каким образом реализуется принцип эволюции параметров технологии (с. 6, 128, 129)?

2. Не ясно, почему «растет» среднее значение критерия оптимизации всех кортежей параметров открытой технологии, а затем перестает расти (с. 129)?

3. Не ясно, каким образом одновременно осуществляется «максимизация технологической производительности и удельных затратах на погрузку и транспортирование горных пород» (с. 125)?

4. В диссертации выполнена оценка технического простоев автосамосвалов БелАЗ-7513 – «Ремонт гидравлического оборудования». Возникает вопрос: а простои в связи с ремонтом механического и другого оборудования отсутствуют в рассматриваемый период эксплуатации?

5. Из текста диссертации не ясно, производилась ли оценка технического состояния оборудования ЭАК?

6. Не ясно, каким образом достигнуто превышение добычи с учетом внеплановых простоев над плановой добычей (с. 101, рис. 3.1)?

7. Вызывает недоумение фраза «...использование модели...позволяет исключить потери угля еще до начала ведения горных работ» (с. 101). Не ясно, какие потери исключаются, и каким образом?

### **Заключение**

Диссертация Кузнецова Игоря Сергеевича является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи выбора оптимальных параметров экскаваторно-автомобильных комплексов с учетом внеплановых простоев горных машин, обеспечивающее повышение эффективности открытых горных работ, что имеет существенное значение для развития угольной отрасли Российской Федерации.

Диссертация соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Кузнецов Игорь Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.06 – «Горные машины».

Официальный оппонент,  
профессор кафедры «Горные машины и комплексы» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный горный университет» (ФГБОУ ВО «УГГУ»), доктор технических наук по специальности: 05.05.06 – «Горные машины», профессор

«05» 09

Анатолий

Комиссаров Анатолий Павлович

Персональные данные Комиссарова А.П.:

620144, Свердловская обл., г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, д.30,  
e-mail: [gmf.gmk@ursmu.ru](mailto:gmf.gmk@ursmu.ru)

Я, Комиссаров Анатолий Павлович, автор отзыва даю свое согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

«05» 09

Анатолий

А.П. Комиссаров

Подпись Комиссарова А.П. удостоверяю:

Начальник отдела кадров ФГБОУ ВО  
«Уральский государственный  
горный университет»



Т.Б. Сабанова

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный горный университет», (УГГУ), кафедра горных машин и комплексов, 620144, Свердловская обл., г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, д.30  
e-mail: