

УДК 622.271

А.Г. Дедегкаев, В.П. Алексеев, А.А. Дедегкаева

ДОСТОВЕРНОСТЬ ИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ КОМПЛЕКСАМИ ГОКОВ

Рассмотрен комплекс методов обеспечения достоверности информации в системах управления горнотранспортными работами на карьерах. Применяемые методы классифицированы на структурные, аппаратные и методы основанные на специальных способах обработки информации.

Ключевые слова: карьеры, горнотранспортные работы, информационно-управляющие системы, информация, каналы передачи информации, надёжность, достоверность информации, методы обеспечения достоверности.

**A.G. Dedegkaev, V.P. Alekseev,
A.A. Dedegkaeva**

Complex of information validity supplying methods in management system of mining and transportation works at quarries was considered. Applying methods were classified to structural, technical and methods based on special ways of information processing.

Key words: quarries, mining and transporting works, informational-management systems, information, informational transfer channel, reliability, information validity, validity supply methods.

Транспортно-технологические комплексы ГОКов представляют собой сложные высокомеханизированные технологические комплексы, включающие значительное количество добычного и транспортного оборудования большой единичной мощности.

Анализ работы горнодобывающих предприятий показывает, что основные затраты, составляющие до 60 % от общих затрат, приходятся на выемочно-погрузочные и транспортные операции, поэтому вопросам эффективного функционирования упомянутых переделов уделяется большое внимание.

Одним из приоритетных направлений совершенствования работы транспортно-технологических комплексов

горно-обогатительных комбинатов является внедрение информационно-управляющих систем на основе современных информационных технологий [1 – 3]. Вместе с тем, создание и внедрение эффективных систем управления транспортно-технологическими комплексами сопряжено с проблемой обеспечения достоверности информации, используемой для управления. Указанная проблема обусловлена большим количеством периферийной аппаратуры систем управления, располагаемой на объектах управления, тяжелыми условиями работы аппаратуры (повышенные вибрации, широкий диапазон изменения температуры и влажности окружающей среды, значительная запыленность, высокий уровень электрических помех и т. д.), частичным использованием ручного ввода информации в связи со сложностью её автоматической классификации.

Вопросу обеспечения достоверности информации посвящено большое количество работ, в которых рассмотрены методы борьбы с искажениями информации, используемой при управлении [3 – 6].

При проектировании систем управления, как правило, применяется ком-

плексный подход к решению данной проблемы [3, 4], основанный на использовании совокупности методов повышения достоверности, который позволяет обеспечить необходимый уровень достоверности информации, избежать завышения требований к надёжности и помехоустойчивости отдельных узлов и звеньев системы, не допустить неоправданное применение сложных и дорогостоящих способов повышения достоверности.

При этом одной из ответственных задач является определение требуемого уровня достоверности информации в системе. Допустимую вероятность искажения информации в системе целесообразно устанавливать на основании анализа эффективности управления при различных уровнях достоверности информации, используемой для управления [7], и по результатам этого анализа задавать требования к достоверности информации в отдельных трактах её формирования, передачи и обработки. При этом эффективность управления целесообразно оценивать по ожидаемой производительности производственной системы с использованием модели ожидаемой производительности в зависимости от факторов, существенно влияющих на процесс управления.

Указанная модель составляется на основе методов многофакторного корреляционного анализа и представляет собой систему уравнений множественной регрессии вида

$$y = a + \sum_{j=1}^k b_j x_j ,$$

где y – результативный признак (ожидаемая производительность); x_j – факторный признак (j -й параметр); b_j – j -й коэффициент уравнения регрессии; k – количество факторных признаков; a – свободный член уравнения.

Поскольку эффективность управления технологическим процессом зависит от знаний текущих значений всех факторов, влияющих на ход процесса,

поступление которых на пункт управления осуществляется путем передачи оперативной информации соответствующей номенклатуры и объемов, эта модель одновременно устанавливает связь между производительностью управляемого процесса и надёжностью поступления оперативной информации.

Очевидно, что максимально возможная производительность будет иметь место при абсолютно надёжном представлении параметров, входящих в уравнения регрессии, т. е. при абсолютно надёжном поступлении оперативной информации о них на пункт управления.

При появлении в какие-то моменты времени ошибок в представлении текущих значений факторов управления производительность процесса будет сокращаться. Величина её сокращения зависит от количества ошибок в представлении значений факторов управления, а также от степени влияния этих факторов на процесс управления.

Так как степень влияния параметров процесса на его эффективность может быть определена по коэффициентам эластичности уравнений регрессии, то влияние надёжности получения информации о каждом параметре на процесс управления также может оцениваться по этим коэффициентам.

Обеспечение требуемых уровней достоверности информации в отдельных трактах её формирования, передачи и обработки в рассматриваемых системах управления целесообразно осуществлять комплексным использованием:

- структурных методов, реализуемых на этапе обоснования и выбора структуры системы [6];
- аппаратных методов, реализуемых на этапе разработки комплекса технических средств путем применения в них определенных методов повышения достоверности [3 – 5];
- методов обеспечения достоверности, основанных на специальных способах обработки информации, принимаемой с объектов управления [3].

Структурные методы обеспечения достоверности информации [6] предполагают такой выбор способов формирования, передачи и обработки информации в системе и технических средств их реализации, которые позволяют получить допустимые значения искажений информации при воздействии всех факторов, приводящих к этим искажениям (помех в каналах передачи информации, отказов и сбоев в работе аппаратуры, ошибок операторов). При этом оценка надежности поступления оперативной входной информации, используемой для управления при различных структурах, осуществляется по методике [6], основанной на определении вероятности ошибок в трактах формирования и передачи информации, учёте совокупности факторов, приводящих к искажению информации, установлении количества информации о текущих значениях каждого параметра управления, формируемой и передаваемой за рассматриваемый период времени, и расчёте количества искажённой информации, появляющейся за указанный промежуток времени.

При разработке комплекса технических средств (КТС) сбора и передачи информации для обеспечения достоверности информации применяются различные известные методы, среди которых:

- использование помехоустойчивых кодов;
- применение принципов накопления и мажоритарного сравнения;
- использование обратных каналов по принципу информационной и решающей обратных связей;
- организация дублирования сигналов в смежных циклах передачи для систем передачи циклического действия;
- применение одновременной обработки информации в прямом и инверсном кодах, и др.

Применение того или иного (или нескольких) метода обеспечения достоверности информации в разрабатываемой

аппаратуре целесообразно устанавливать по допустимым искажениям информации в тракте формирования, передачи и обработки информации, в котором участвует данная аппаратура, т. е. $P_{\text{ош}} \leq P_{\text{ош.доп}}$.

При этом целесообразно воспользоваться известным методом [4], когда для каждого из рассматриваемых способов обеспечения достоверности определяется приращение вероятности достоверного приема информации ΔP_i и связанное с применением этого способа увеличение стоимости системы ΔC_i .

$$\Delta P_i = P_{\text{при}} - P(0); \quad \Delta C_i = C_i - C(0),$$

где $P_{\text{при}}$ – вероятность правильного приема при использовании i -го способа повышения достоверности; $P(0)$ – вероятность правильного приема без применения i -го способа; C_i – стоимость системы с применением i -го способа; $C(0)$ – стоимость системы без применения i -го способа.

Приоритет того или иного способа (способов) обеспечения достоверности устанавливается по максимальному отношению $\Delta P_i / \Delta C_i$ при условии обеспечения $P_{\text{ош}} \leq P_{\text{ош.доп}}$.

Методы обеспечения достоверности информации, основанные на специальных способах обработки информации, принимаемой с объектов управления, предусматривают [3]:

- организацию рассредоточенного приема информации;
- уточнение оперативной информации по энергозатратам;
- логическую обработку информации.

Метод рассредоточенного приема информации предполагает размещение в отдельных точках транспортной сети промежуточных пунктов приема информации, передаваемой с подвижных объектов управления, и ретрансляцию принятой информации на пункт ее обработки (пункт установки УВК).

Промежуточные пункты приема информации размещаются таким образом, чтобы независимо от местоположения

транспортного средства на транспортной сети передаваемая с него информация принималась хотя бы одним из промежуточных пунктов.

Ретрансляция информации с промежуточных пунктов приема на пункт обработки может осуществляться по различным каналам связи, например по парам телефонного кабеля.

Информация, поступающая на пункт обработки по каждому тракту, проверяется на достоверность и, в случае её соответствия установленным критериям, используется при управлении.

Положим, передаваемая с объекта информация принимается n -промежуточными пунктами приема, а вероятности безошибочного приема информации отдельными пунктами соответственно равны p_1, p_2, p_n .

Вероятность безошибочного приема информации i -м промежуточным пунктом (событие $A_i, i = 1, 2, \dots, n$) равна $P\{A_i\} = p_i$.

Безошибочный прием информации одним промежуточным пунктом не исключает безошибочного приема этой информации другими промежуточными пунктами, т. е. рассматриваемые события A_i совместны.

Вероятность безошибочного приема информации хотя бы одним промежуточным пунктом приема определяется как

$$P = P\left\{\sum_{i=1}^n A_i\right\} = 1 - P\left\{\prod_{i=1}^n \bar{A}_i\right\}.$$

Учитывая независимость событий безошибочного приема информации промежуточными пунктами приема,

$$P = 1 - \prod_{i=1}^n P\{\bar{A}_i\} = 1 - (1 - p_1)(1 - p_2)\dots(1 - p_n).$$

Таким образом, вероятность безошибочного поступления информации, передаваемой с транспортного средства на пункт обработки, существенно увеличивается.

В системах управления формирование и передачу оперативной информации, характеризующей работу технологического оборудования, целесообразно совмещать с информацией о

расходе электроэнергии при его работе. Это позволяет обеспечить высокую достоверность оперативной информации, используемой при управлении технологическим процессом, за счет уточнения в результате логической обработки фактических энергозатрат, производимых оборудованием в периоды выполнения им отдельных видов работ.

Одновременно, информацию о расходе электроэнергии эффективно использовать для решения задач по контролю, учету и управлению электропотребления.

Информация о состоянии технологического оборудования может уточняться (определяться) логическим методом, путем обработки соответствующей информации, поступающей с технологического транспорта. Так, выполнение погрузочным оборудованием операции погрузки определяется по сигналу «Погрузка», передаваемому с транспортного средства, которое ранее было направлено для погрузки к этой погрузочной единице. Окончание погрузки может уточняться по сигналу «Груженный», поступающему с транспортного средства, грузившегося у данной погрузочной единицы.

Занятость разгрузочного пункта (например, бункера) разгрузкой определяется (уточняется) по сигналу «Выгружаю», поступающему с транспортного средства, отправленного ранее для выгрузки на данный пункт, а освобождение пункта выгрузки – по сигналу «Свободен», поступающему с транспортного средства, выгружающегося на данном пункте выгрузки.

Эффективно также использование методов логической обработки информации, основанных на очередности поступления оперативной информации определенной номенклатуры.

Комплексное использование упомянутых методов обеспечения достоверности информации позволяет значительно повысить информационную надежность систем управления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ржевский В. В.* Процессы открытых горных работ. М., Недра, 1974.
2. *Алексеев В. П., Дедегкаев А. Г.* Управление технологическим транспортом на карьерах. Международная академия информатизации. Сборник трудов «Информационные процессы, технологии, системы, коммуникации и сети». М., 1995.
3. *Дедегкаев А. Г., Алексеев В. П.* АСУТП открытых горных работ на основе современных информационных технологий. Горные машины и автоматика. № 1, 2001.
4. *Мельников Ю. Н.* Достоверность информации в сложных системах. М., Советское радио, 1973.
5. *Котов П. А.* Повышение достоверности передачи цифровой информации. М., 1966.
6. *Алексеев В. П.* Структурные методы обеспечения надежности информационных систем. Труды Северо-Кавказского государственного технологического университета. Владикавказ, вып. 1, 1995.
7. *Алексеев В. П.* Эффективность систем управления технологического типа при различных уровнях достоверности оперативной входной информации. Известия вузов. Цветная металлургия, № 2, 2004.

ГЛАВ

Коротко об авторах

Дедегкаев А.Г. – профессор, доктор технических наук, зав. кафедрой «Промышленная электроника»,
Алексеев В.П. – профессор, доктор технических наук,
Дедегкаева А.А. – ассистент, кандидат технических наук,
Северо-Кавказский горно-металлургический институт (Государственный технологический университет). г. Владикавказ, skgtu@skgtu.ru



ДИССЕРТАЦИИ

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	Название работы	Специальность	Ученая степень
ЮЖНО-РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (НОВОЧЕРКАССКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ)			
НОСЕНКО Иван Алексеевич	Повышение надежности горно-проходческих комбайнов применением оперативной диагностики привода исполнительного органа	05.05.06	к.т.н.